



3. 2. 797

$$\begin{array}{r} 3 \\ \hline 2 \\ \hline 797 \end{array}$$



Marcello Badinelli del.

Lit. Salazar N. 1891

G. Gatti Litog.

DOMENICO PAOLI

RICERCHE

SUL MOTO MOLECOLARE DE' SOLIDI

DI

DOMENICO PAOLI

SOCIO DELL'I. R. R. ACC. DE' CURIONI DELLA NATURA DI MOSCA; R. ACC. DI MEDICINA DI PARIGI; R. ACC. DELLE SCIENZE DI TORINO; I. E. R. ACC. DE' GREGOPOLI DI FIRENZE; I. E. R. ACC. DELLE SCIENZE DI PADOVA; I. E. R. SOCIETÀ DE' FISIOCRITICI DI SIENA; ISTITUTO DELLE SCIENZE DI BOLOGNA; R. ACCAD. DI SCIENZE, LETTERE ED ARTI DI MODENA; ACC. DI SCIENZE ED ARTI DI MARSIGLIA; SOCIETÀ FISCO-MEDICA DI ERLANGEN; ACC. GIOENIA DI CATTANIA; SOCIETÀ MEDICO-FISICA FIORENTINA; SOCIETÀ FONDATRICE DELLE SCUOLE D'INSEGNAMENTO RECIPROCO DI FIRENZE; ACC. LARONICA E SOCIETÀ MEDICA DI LIVORNO; ATENEI DI TREVISO E VENEZIA; SOCIETÀ ECONOMICO-AGRARIA DI PERUGIA; ACC. AGRARIA DI PESARO EC.



FIRENZE

NELLA STAMPERIA GRANDUCALE

1840

3
2
—
797

25

3.2.797

AL CHIARISSIMO

FRANCESCO ORIOLE

Tenuissima è la cosa che io vi offro intitolandovi questo mio libro. Spero non pertanto che voi vorrete tenerlo come un sicuro argomento che non lontananza, non vicende di fortuna, non stranezza di avvenimenti intiepidirono la mia affezione verso di voi. Questo meschino tributo, che a voi piacque accettare, vi sia certo pegno dell' immenso desiderio che lasciaste di voi fra chiunque vi conobbe da vicino e fra tutti coloro cui sta a cuore il progresso delle scienze; e che in qualunque parte altamente vi onora e vi onorerà sempre, vi ama e vi amerà caldissimamente e con tutta la sincerità dell' animo

Di Pesaro il 28 Novembre 1839.

Il vostro affezionatissimo amico

D. PAOLI

AVVERTENZA

-MIO@C00-

Le Note segnate col numero arabo verranno disposte sotto la pagina ove sono richiamate; le altre marcate con lettera alfabetica si troveranno in fine di ogni Capitolo.

PREFAZIONE

Se nuovamente io imprendo a ragionare della costituzione de'solidi e di quel moto molecolare che io avviso operarsi incessantemente nelle loro parti; opinione da me primamente esposta in una mia breve lettera al Molina, e su di cui ebbi poscia a pubblicare diversi opuscoli⁽¹⁾; ciò mi consiglia sopra tutto il conoscere non essere essi tali perchè una sì fatta mia conghiettura o teoria, che dir si voglia, comprendasi in tutta la sua estensione e con quella precisione che è necessaria a giudicarne rettamente. Al che precipuamente concorre il non aver io in que'scritti potuto dare alle mie considerazioni quell'ordinamento che al soggetto convenivasi, e che giova di tanto alla perspicuità di un argomento qualunque; perocchè mi convenne più ch'altro seguire quello delle obiezioni che mi si levavano in-

(1) Del moto intestino de'solidi, lettera al Molina, Pesaro 1817; Memoria sul moto intestino delle parti de'solidi, Pesaro 1819; Del moto intestino delle parti de'solidi, Memoria II. Firenze 1820; Del moto intestino delle parti de'solidi, lettera al D. G. B. Fantonetti, Gior. di fis. ch. ec. di Paria 1822. Dec. II. T. 5. p. 17.

contro e che incombeva a me di combattere. Non tacerò che altre riflessioni ancora m'indussero a ciò e diedero motivo a questo mio scritto; e questo si fu il comprendersi da me che molti de' fatti in essi toccati meritavano di essere meglio ordinati e meglio considerati, ed altri conveniva togliere al tutto siccome non bastevolmente avverati. E così molte cose in essi discorse dimandavano di essere rettificare e sottoposte ad un ragionare più severo; ad altre si conveniva dare una maggiore estensione.

Ad effetto di dimostrare la reale esistenza di un movimento di parti in tutti i corpi onde si forma il nostro pianeta, ed a cui i minerali partecipano, siccome io penso, non diversamente degli esseri organici, comechè meno sensibilmente, varrebbe forse questa considerazione sol'una: che le forze medesime regolano i fenomeni degli esseri tutti. Per la qual cosa, se cotali forze, a cui verun corpo potrebbe sottrarsi, ne' due regni i più estesi pel numero degli individui, i più varii ne' loro fenomeni, sembrano, quasi che io dica, avere per iscopo principale il moto delle loro parti; senza di che la vita e la vegetazione cesserebbero necessariamente, questo solo presta senza dubbio buon argomento per credere che anche ne' minerali le forze istesse abbiano a sortire un pari effetto. Una tale verità volevasi però chiarire con più dirette considerazioni; e questo è ciò che io mi proposi in questo, non che nei precedenti miei scritti. Ed io confido che questa mia opinione, che da prima si tenne come ipotetica del tutto, si troverà in vece quanto occorre validata dai fatti, e meglio evidenti si terranno le mie conclusioni, ove si ponga mente a quelli infra di essi che ne costituiscono quasi il principale fondamento. Che il calore possa tenere i corpi in uno stato di continua oscillazione, egli non si giudicherà più un

prodotto di una troppo fervida immaginazione se, in luogo di considerare le cose alla sfuggita, uno si faccia solo per qualche istante a riguardare un termometro metallico. Imperciocchè osservandosi la sua verga soggetta a continue alternative di allungamento e di raccorciamento, non solo sarà forza concludere l'incessante oscillare delle sue parti; chè anzi si vedrà tosto doversi una così fatta conclusione estendere ai corpi tutti. Ciò non pertanto, poichè mal si consentono ognora que' fatti che non vengono dai nostri sensi attestati, e poichè d'altronde i corpi inorganici si mostrano in un apparente riposo, varrà forse meglio presso taluni il ricordare quel fremito che si sente sotto le dita allorchè si tocca un qualche strumento musicale mentre esso risuona, alline di far comprendere quanto grande sia la mobilità delle parti dei solidi in generale.

Che una sorte di circolazione elettrica possa compiersi, e soventi volte in realtà si compia per lo interno de' corpi, è cosa di che la sola vista di una pila voltiana in azione ne fa certi; chè anzi facilmente possiamo noi convincerci effettuarsi essa talvolta senza lo intervenimento di alcun liquido, tosto che la nostra attenzione si rivolga alla pila del Zamboni. Lo che pur dovrebbe convincerne altrettanto operarsi nelle masse terrestri, non meno del piliere costituite di elementi diversi ed alternanti fra loro; nè mancheranno certo valevolissimi argomenti a far comprendere come questa induca poi per entro alle masse istesse una circolazione di principii ponderabili. Alla quale credenza opponendosi similmente quella quiete or ora menzionata in cui sembrano trovarsi i corpi minerali; l'osservazione sulle piante ci farà conoscere quanto ingannevole sia una tale apparenza, e quanto mal fondate sarebbero le conclusioni che da essa si voles-

sero desumere. Se taglisi, a cagione di esempio, il fusto di una rovere, ci sembrerà vedere nella sua massa poco meno che un corpo inerte; e l'umidore che bagna le sue parti si troverà certamente minore di quello che si scorge in alcuni minerali. Per il che, attenendoci a questa sola considerazione, saremmo condotti a credere che poca o nulla sia la quantità degli umori che in essa vanno circolando. Ma ove all'opposto si faccia attenzione alla quantità delle foglie, de' frutti, de' giovani rami, di cui ogni anno l'albero si adorna, questo ci porterà a ben altra conchiusione: a persuaderci dell'abbondanza de'suoi umori, della energia della sua circolazione; e finalmente ci convinceremo, che alcune delle più efficaci operazioni della natura sembrano, per dir così, compiacersi di sfuggire alle osservazioni superficiali, ed invitarci quasi a più delicate ricerche onde giungere allo scoprimento di alcuni de' suoi misteri.

L'ordine che io ho creduto dare a queste mie ricerche, siccome quello che mi parve il più conveniente al soggetto, è il seguente. Dopo di avere (Cap. I.) succintamente esposto ciò che riguarda la storia di una tale opinione, e quanto intorno ad essa si trova ne' greci e ne' latini, non che nelle opere de' fisici da noi meno lontani; ne'tre articoli susseguenti mi sono proposto di meglio determinare le nostre idee sulla natura de' solidi e sulla loro costituzione, fissando così le relazioni loro cogli altri corpi; in tal guisa ponendoci in istato di chiarire con fondamento di quali spostamenti sieno veramente capaci le loro molecole integranti ed i loro principii. Le ricerche intorno alla fisica corpuscolare, che per l'analisi e per l'osservazione hanno in questi ultimi tempi sparsa non poca luce su questo ramo dello scibile umano, sono state a me di non lieve sussidio.

Le cause immediate che sono valevoli ad operare sì fatti movimenti nè solidi, formano il soggetto de' Cap. V. VI. VII. VIII. I moti oscillatori prodotti in essi dal suono e dalla luce ci danno già una grande idea della mobilità loro. Pe' movimenti occasionati dal calore, dall'elettricità e dalla affinità istessa dobbiamo convincerci sopra tutto della tendenza delle leggi mondiali ad un movimento in tutti i corpi; e del pari il dobbiamo vedendo come queste cause di moto cospirino insieme e si perpetuino fra loro, sì che i loro effetti sono cagione che la loro causa istessa si riproduca. Quali limiti debba avere un tale effetto ne' solidi si vede nel Cap. IX.

Alle cose puramente teoretiche tengono dietro le osservazioni e le applicazioni de' principii stabiliti dalla meccanica corpuscolare. Alcuni fatti che si trovano nel Cap. X. provano realmente che sì fatti movimenti operansi ne' corpi anche i meglio coerenti; li quali non isfuggirono alla osservazione di que' fisici che, sceverati dalla prevenzione, rivolsero l'attenzione loro su di que' fenomeni che ne attestano nel modo il più evidente la esistenza.

Innanzi di farmi ad estendere questi miei principii ai fenomeni ed alle apparenze dei minerali, parvemi doversi determinare (Cap. XI.) quale influenza debba veramente accordarsi all'acqua, all'atmosfera, all'evaporazione; alle quali cause molti geognosti e geologi fecero ricorso onde trovare la spiegazione di alcuni fatti che ci si presentano nella considerazione della crosta che riveste questo nostro pianeta. Un' analoga considerazione mi portò similmente a trattenermi alcun poco sullo stato attuale della terra (Cap. XII.) Dopo di che mi sono fatto a considerare nella terra istessa quella circolazione che è l'effetto delle forze ed azioni indicate negli articoli precedenti, e che chiaramente ci si mani-

fešta ne'fenomeni i più generali ed i meno equivoci (Cap. XIII).

Il Capitolo seguente (Cap. XIV.) comprende l'applicazione di questi miei principii ad alcuni fatti della geognosia, sia nelle alterazioni spontanee dei minerali nella consistenza, tessuto, struttura e nelle loro decomposizioni, sia nella loro riproduzione; a tale proposito esponendo alcune brevi considerazioni sul fenomeno della petrificazione; operazione della natura però tuttavia troppo oscura, perchè si possa in su di essa portare un qualche fondato giudizio. Non appartiene a me stesso il giudicare se io sia giunto a togliere il velo che copre tuttora due altri de' più intricati problemi della storia della terra: la formazione de' filoni, l'origine de' vulcani; su de' quali piacquemi in questo scritto esporre alcun mio avviso.

In questa seconda edizione mi è parso miglior consiglio il collocare in fine dell'opera, quasi a modo di appendice, quelle considerazioni che riguardano le analogie che si scorgono fra i corpi minerali e gli organici: subietto forse alcun poco discosto dal principale argomento, perchè esso debba formar corpo coll'opera stessa. Confido però che non si vorrà considerarlo siccome affatto disgiunto; essendo che dalla contemplazione di tali analogie appunto, considerate segnatamente nelle leggi che regolano i fenomeni della vita organica, siamo condotti a riconoscere nel moto di parti il principale e necessario effetto delle forze mondiali, o come altri forse direbbe, lo scopo principale della natura. E così vedendo il moto sol'esso costituire que' rimutamenti che del continuo si operano ne'corpi viventi, ed improntare in essi la vita, non senza qualche fondamento potrà conchiudersi altrettanto accadere ne' minerali; questi e quelli essendo sottoposti alle forze, alle leggi universali stesse, e quindi dovere in questo riuscire

analoghi effetti. Se si riguarderà isolatamente ciascuno de' fatti e degli argomenti da me usati affine di dimostrare quel moto molecolare che io avviso operarsi incessantemente in tutti i corpi della natura, forse niuno di essi si troverà valevole a dimostrarlo con quella precisione ed evidenza che ora richiedonsi dai più severi. Avvi però nella fisica talune verità a dimostrare le quali, nello stato attuale della scienza, sarebbe impossibile il porre in mezzo alcuna osservazione od alcun criterio che di per sè valesse a convincerne pienamente, come nelle scienze si vede sì di frequente. Ne' quali casi però la somma delle ragioni e la concordanza tra i principii teoretici ed i fenomeni de' corpi sembrano tener luogo di una poco meno che rigorosa dimostrazione.

Non mancherà forse alcuno cui piaccia rilevare che, deviando io quasi dai precetti di que' sommi filosofi, li quali con tanto onore del vero seppero liberare la fisica dal giogo dell'autorità, abbia talvolta addotto in mio sostegno l'opinione d'altrui. Io non isdegnai, è vero, di riferire gli altrui pensamenti; e il feci imperciocchè, trattandosi di una opinione la quale si oppone al credere dei più, e che da alcuni fu quindi riguardata strana del tutto e relegata fra le ipotesi, anzi che fra le conghietture teoretiche, fra le quali sembra a me in vece doversi riporre; il feci, io dico, perocchè, senza dare all'autorità alcun peso, giovami il far conoscere come alcuni de' meglio avvisati e fisico-matematici e naturalisti, i quali onorano il secolo in cui viviamo, furono dalle loro ricerche portati ad alcuni de' principii stessi che formano la base di questa mia dottrina, ed a cui io stesso era già pervenuto. Oltre di che porta il pregio che si dica che quell'autorità, cui que' padri della moderna civiltà per buona ventura seppero bandire dal regno della sana filosofia,

ell'era ben altra cosa che il giudizio de' sapienti fondato in sulla osservazione, anzi che il risulamento di concezioni spesso strane o mal ponderate; e di quello solo io mi valsei, e non d'altro.

Troppo grande è la varietà de' rami del sapere umano, cui all'uopo ebbi a rivolgermi per l'ampiezza dell'argomento che io presi a ragionare; e questa si fu la cagione che nella pochezza de' miei lumi non riuscivami di dare alla cosa tutta l'estensione e tutta la perspicuità ch'essa meriterebbe. Avrò però non inutilmente tentata l'impresa se sarò giunto a fissare l'attenzione de' fisici su tale argomento, ed a mostrare i legami che annodano i fatti tra loro, che a prima giunta sembrano i più disparati; siccome egli è appunto l'ufficio delle conghietture teoretiche.

S'egli avverrà che in alcun luogo io mi lasci trasportare dalla immaginazione o dalla sublimità dell'argomento, come già gl'illustri compilatori del Giornale di fisica e chimica di Pavia ebbero a rilevare riguardo ad uno de' miei precedenti opuscoli; non perciò si creda avere io meno valutato questo loro avvertimento; pel quale anzi io intendo retribuire ad essi la mia riconoscenza. Così io credo dovere anticipatamente dichiarare che in quelle cose che si riferiscono alla macchina animale, delle quali dovrò far parola, io non considero che i soli fenomeni fisici e le operazioni dell'organismo; ogni altra considerazione essendo estranea al mio proposito.





Allorquando per la prima volta io commisi alla stampa queste mie Ricerche (1825.) il ch. sig. prof. Giuseppe Belli, nel rendere conto di esse (Gior. di fis. chim. etc. T. 9. p. 167. e segg. 322. e segg.) confortavami in certa guisa a dar opera ad una seconda edizione delle medesime, nella quale chiarire maggiormente alcuni de' miei pensamenti, modificandone altri; e così purgare, com'egli si esprime, la mia tesi da alcune imperfezioni. Ed in vero fino da quel punto io ne concepiva il pensiero, riserbandomi però di mandarlo ad effetto allorchè mi sarebbe concesso, siccome io ne aveva fiducia, aggiugnere nuovi fatti e nuove dottrine; che certo io teneva, in un'epoca sì feconda di numerosi e stupendi ritrovamenti, in questa parte, come in ogni altra, essere la scienza per acquistare nuova luce. Ne in ciò falliva la mia aspettazione, chè molti de' fisici i più illustri, portati forse da que' miei pensamenti, a considerare i fenomeni naturali sotto di un tale aspetto, riferirono ne' loro scritti osservazioni in cui chiaramente si scorge un movimento molecolare ne' corpi solidi; nè essi mancarono di avvertirlo, quantunque, mi sia concesso il dirlo, se non dai fisici italiani, ed in particolare dal Pari, niuna menzione si faccia da loro dell'essere io stato quegli che fra più recenti si fece a sostenere con qualche estensione una tale dottrina. Ecco quindi in brevi parole espressi i motivi che mi addussero a por mano ad una ristampa di questo mio libro.

Dirò pure brevemente intorno alle considerazioni in genere che il prelodato sig. prof. Belli espose in proposito di alcuni

de' miei principii, non che di talune delle mie deduzioni. In quanto alle prime, cioè a quelle che si riferiscono a que' principii, in su de' quali s'um i dovermi trattenere segnatamente ne' primi capitoli, consentendo egli stesso non venire per esse in alcuno modo infirmate le mie conclusioni sull'esistenza di un reale movimento molecolare nelle parti de' solidi, tali sue considerazioni toccherò poco men che di volo; chè il fare altrimenti mi porterebbe a dilungarmi soverchiamente, e spesso ancora ad allontanarmi dal mio assunto. D'altro lato approfitterò de' consigli suoi, viemmeglio dichiarando alcuni argomenti, siccome sono quelli che riguardano e la infiltrazione dell'acqua, ed i limiti che denno ammettersi favellando del moto delle parti ne' solidi, ed altre tali cose; ed ho fidanza che meglio espressa così la mia sentenza, voglia egli, non che altri che presero a considerare il mio libro, seguir poi il mio avviso. L'onorevole menzione ch'egli si piacque di fare di quel mio scritto nel suo *Corso elementare di fisica* mi dà cagione a sperarlo. Mi gioverò pure d'altro suo consiglio sceverando l'opera da que' fatti dubbi, che veramente in un secolo in cui la fisica ha preso il cammino il più severo, valgono forse ad indebolire anzi che a rafforzare una qualunque dottrina. E tanto più mi sarà facile il farlo, dappoichè molti altri ultimamente osservati, e d'assai maggior valore, possono, e con più profitto, recarsi in mezzo in vece di essi. Ed egli, credo, troverà consentaneo a questo mio divisamento l'aver io, anzi che giovarmi siccome di altrettante autorità, semplicemente riferite nel Cap. I., nel quale io espongo la storia di una tale opinione, le ipotesi o conghietture che dir vogliamo del Glisson, del Gruyer, del Martinet, del Balensted e del Taucher.

Ed in generale mi è parso tanto più conveniente lo spogliare questo mio libro di ogni qualunque cosa che possa dirsi meno che pienamente convalidata, e il tenere lontano tutto ciò che sente di fantastico, o, come ora si dice, di trascendentale, dappoichè ogni dì più si vedono estendersi quelle dottrine, da cui la filosofia e la scienza de' corpi, che costarono i sudori d'immenso numero di veri sapienti, sono sì altamente minacciate di una totale ruina; la quale potrebbe divenire irreparabile, se chiunque ami il vero e spenda la vita alla propagazione del sapere e della civiltà, non si oppone ai progressi di

questa vera peste dello spirito umano. E poichè qui venne il destro di far parola de' pericoli a cui l'umano sapere va incontro, ricorderò ai meno provetti che, non il solo trascendentalismo è ciò che resta a temere, ma ben anche, e forse più di esso, quella classe di scrittori, la quale va mostrandosi sul nostro orizzonte, e che sotto l'ingannevole aspetto di sceverare la filosofia da vani sistemi, dalle opinioni che essi dicono troppo arditamente e senza fondamento arrischiare, gelosa forse del sapere de' nostri maggiori, non ha altro oggetto che quello di annientare l'opera di tanti sommi, che illustrarono i secoli trascorsi, non che i primi anni di quello in cui noi viviamo. Possa questo breve cenno render vane le insidiose loro mire (1).

Si troverà forse avere io talvolta speso soverchie parole intorno ad alcuni particolari che a prima giunta sembran possono estranei al soggetto di questo libro; siccome sono quelle disquisizioni sulla generazione spontanea, sul modo di nutrizione de' corpi organici, sulla costituzione chimica di questi medesimi corpi, non che le altre sugli elementi accidentali di alcuni minerali, e quelle che riguardano la genesi de' corpi stalattitici, ed altre ancora; lo che in vero rendevasi necessario onde meglio chiarire talune considerazioni che io credo venire in soccorso della mia tesi. Le quali cose potevano forse prestare il soggetto di altrettante note; ma mi è sembrato miglior consiglio il comprenderle nel testo, onde evitare i frequenti rimandi.

È mestieri pur anche che io faccia qui antecedere alcune altre dichiarazioni, e non senza motivo; volendosi perciò isventare le male biette di coloro che si avvisassero interpretare sinistramente le cose che sono per dire (2). Forse qualche intollerante Aristarco accigliarsi per essermi io valso talora di ciò che si legge nelle opere di alcuni moderni filosofi, che ora,

(1) Valga per tutti il ricordare il Démonville; su di che basti quanto si dice negli *Annali delle Scienze Religiose* n. 26. p. 267., e il giudizio che ne portava la R. Accademia delle Scienze di Francia, ivi riferito.

(2) Vedasi Wiseman, *Conferenze ec. Confer. XII.* (*Gior. delle Scienze Relig.* T. 7. n. 21. p. 336. e seg.) e particolarmente ove da lui si riferisce un passo di S. Gregorio sulla nobiltà e vera utilità degli studi profani; comandando egli che si tengano come stolti ed ignoranti que' che riprovano l'erudizione e il giovarsi delle rose dette da pagani; ed ove si vale a quest'uopo dell'autorità di S. Agostino e di S. Girolamo; il quale seppe illustrare le Scritture mercè di molti passi di filosofia pagana.

segnatamente nelle scuole, si hanno in conto de' più riprovevoli, e per avere i nomi loro assai riveriti. Ma se altrettanto si fece generalmente verso quelli dell'antichità, che non meno riprovevoli de' primi si tengono pe' loro principj, nè alcuno perciò oserebbe favellare di essi con meno di onore; perchè non dovrem farlo verso di quelli che, d'altronde rispettabilissimi, nasquero in tempi meno lontani da noi? Il secolo in cui taluno visse sarà quello che soltanto deciderà della nostra venerazione? Per il che io credo che all'opposto i meglio considerati pondereranno senza prevenzione veruna i pensamenti di tali scrittori, ed i fatti da esso loro annunziati, che mi avvenga di riferire; chè il fare altrimenti sarebbe un condannare altrui nou a buon dritto; e meglio che dai nomi, dalle cose conviene che i giudizj nostri abbiano norma.

Se io mi proferii contro l'inerzia della materia ed accordai ad essa il moto siccome una delle proprietà sue, dirò che il Boschovich, filosofo certo non sospetto ad alcuno, sentiva al pari di me, od almeno non seppe decidere il contrario.

Professai la dottrina della spontanea generazione, questa pure al presente seguita da' sapienti i più insigni dell'età nostra. So bene che ciò può avere presso ad alcuni un cattivo sentore per le conchiusioni che alcuni ne trassero. Ad essi però mi sia concesso il dire, che se i fatti da me a tal uopo recati in mezzo, se le mie considerazioni si troveranno mal fondate, non esiterò un istante ad arrendermi alla ragione. D'altronde i fatti possono smentirsi se male osservati od alterati, non mai condannarsi; chè ciò varrebbe lo stesso che condannare la verità. Se errai nelle conseguenze, farò mia gloria il piegarmi alle prove di chiunque me ne faccia conoscere l'errore; rinunziare al vero giammai (1). Se in altre cose mi avvenne di cadere in errore; se alcuna delle opinioni da me discorse riuscissero in opposizione a quei principj della più sana e pura sapienza, che dee regolare ogni nostra azione, ogni nostro giudizio; dichiaro qui non essere questa la intenzione che mi guidava nel compilare la presente Opera mia; e se ciò piaceva, accolgasi tutto quanto da me si dice in questo mio libro siccome puramente ipotetico.

(1) Ved. Wiseman l. c. p. 325. 344.

CAPITOLO I.

Proemio Storico

1. **C**he tutta intera la sapienza de' moderni si trovi espressa nelle opere degli antichi scrittori, è l'opinione di non pochi eruditi; e questa loro credenza si provano essi di chiarire ponendo in mezzo spesso vaghe espressioni od oscure sentenze desunte dalle opere di quelli. Vano intendimento, da che dovrebbe distorli il pensiero che ogni vera filosofia trova il solo suo fondamento ne' fatti e molteplici e bene avverati, di che mancarono quelle età, in cui, tranne Aristotile ed altri pochi, le menti erano rivolte a tutt'altro che alla precisa osservazione; in cui ogni maniera di strumenti, se ne eccettuino alcuni assai imperfetti attinenti all'astronomia, era ignota (a). I dettati perciò di que' venerandi padri del sapere umano valsero soltanto ai meglio considerati onde, sceverando le sentenze loro da tutto quanto dee piuttosto relegarsi fra le aberrazioni di menti spesse troppo fervide, in qualche modo delineare la storia de' progressi dello spirito umano; la più utile, la più sublime e dirò pure la più ardua di ogni storia; di cui abbiamo il più bel saggio nelle opere del Condorcet. Il perchè mi parve dover seguire l'esempio di questi, scorrendo qui la storia di quell'opinione che presi a trattare in questo mio libro.

Per le cose predette non perciò si creda volersi da me negare a que' primi sapienti l'onore d'aver intravedute alcune verità; chè anzi, ove io mal non mi apponga, penso trovarsi nelle opere loro alcun cenno di un movimento comune a tutti gli esseri della natura. Nè è certo a stupirne, perciò che, portati essi dal loro ingegno alla contemplazione de' fatti i più universali, mentre tenevasi a que' di quasi cosa di niun conto il volgere la mente ai fatti particolari; e vedendosi da loro questo moto impulso ne' corpi siderei non meno che ne viventi di ogni maniera, era facile ad essi il conchiudere doversi questo operare negli esseri tutti, al che si univa e

l'amore del meraviglioso, e quella tendenza a generalizzare i fatti e le leggi della natura, che in essi pure era vivissima.

2. Comunque egli sia di ciò, accennerò come meglio per me si potrà quelle cose che nelle opere loro ci fanno conoscere aver egli concepita l'idea di un qualche movimento nelle parti de' corpi solidi, ed avere perciò alcuna relazione colla mia tesi. Il che io volli fare onde in qualche modo servire, come dissi, alla storia dell' intendimento umano, anzi che immaginare che tali cose possano benchè menomamente validare ciò che ne' fatti soltanto, non nell'autorità potrebbe trovare un saldo fondamento, e quale si conviene a filosofiche verità. Dirò anzi che in alcuni de' loro scritti conviene piuttosto interpretare una tale dottrina, che vederla chiaramente annunziata. Non altrimenti dee dirsi di Talete Milesio, il più antico de' fisici, e di Empedocle. Il primo de' quali, avendo veduto il succino attrarre i corpi leggieri e la magnete attrarre a sè il ferro, riguardò queste due sostanze siccome animate (1); ed il secondo a quella forza da essolui denominata amicizia attribuì tutte quelle unioni e quelle scomposizioni che incessantemente si operano nel mondo (2). Per quanto assicura Cicerone (3), le entelechie (4) degli antichi in gran parte consistevano nell'idea di un continuo e perenne movimento in tutta la natura. Forse analoga idea ebbero quei filosofi dell' antichità che ammisero l'anima dell'universo; essendo che il moto era da essi considerato siccome essenzialmente collegato coll'anima. Il Dupuis, citando Macrobio ed Eusebio, asserisce che gli antichi « distinsero nel gran Tutto, « composto dell'unione di tutti gli esseri, un principio di « vita e di moto, ch'essi attribuivano allo *spiritus* etc. (4). » Egli è certo d'altronde che in tutte le teogonie e cosmogonie desunte dagli effetti naturali, come fa osservare lo stesso Dupuis (5), si vede rappresentata « una immensa macchina agi- « tata da un moto eterno, che dalla circonferenza si porta al « centro, agisce e reagisce in tutti i sensi. » Di ben altro va-

(1) Diog. Laert. lib. 1.

(2) Scinà, Bib. Ital. 4. 11. p. 249.

(3) Tuscul. lib. 1. § 10.

(4) Bel. univ. t. 3. p. 99.

(5) Ibid. 1. 1. p. 241.

lore e ciò che si trova in Lucrezio; ne' versi di cui si vede abbastanza chiaramente espressa e la porosità de' corpi solidi, ed il moto quasi spontaneo nelle loro parti; la simultanea distinzione di alcuni corpi e la riproduzione di altri; e per fino si vede accennato il consolidamento del globo terrestre (c). Seneca pure, non solo fa osservare la stretta analogia che dobbiamo scorgere fra la terra ed il corpo dell'uomo (1), menzionando l'opinione di quelli che portavano la loro credenza sino a considerare la terra come un animale (2); ma inoltre ci parla della decomposizione a cui vanno continuamente soggetti i corpi della natura; e finalmente egli riconosce in tutti i corpi della terra uno spirito vitale, ond'essi vegetano in certa guisa e si nutrono (d). Aristotile, nel suo libro *De admirandis auditionibus*, dice che in certi luoghi i frammenti di alcuni metalli sparsi nel suolo si accrescono (e), e che all'isola Melo i luoghi scavati nel terreno ben presto si ostruiscono naturalmente (f); ed in altri luoghi delle sue opere (3) si mostra inclinato ad attribuire ai metalli una sorte di semi, ond'essi si riproducono. E così Teofrasto suo discepolo, non solo riferisce egli pure ciò che Aristotile dice di quanto osservasi nell'isola di Cipro, ma da lui si ascrive la formazione delle pietre ad una sorte di afflusso ed all'infiltrazione (4); ed osserva che alcune pietre sono penetrate da un umore od umidità (5). Plinio pure vuol farci credere che i minerali si riproducono in seno della terra (g); e similmente Strabone ci avverte che una tale riproduzione si attribuiva a que' dì ed alle miniere dell'Elba, ed al marmo pario, e ad alcuni sali (h). E qui conviene nuovamente far parola di Seneca; il quale avrà certamente seguita una sì fatta opinione, poichè si vede ammettersi da lui una vera circolazione nella massa della terra, non che la facoltà di alterarsi negli umori che suppone scorrere nelle sue viscere (i). L'opinione sulla riproduzione de' minerali era cotanto invalsa a que'tempi, che Aulo Gellio ne fa pure menzione ove parla di una miniera di sale ne'monti

(1) Ep. 30. Quæst. nat. lib. 3. cap. 15.

(2) L. c. lib. 6. cap. 14.

(3) De gener. anim.; metaph. etc.

(4) Trat. delle pietre commentato dall'Hill, n. 4.

(5) L. c. n. 80.

della Spagna, dicendo: « mons ex sale mero magnus, quantum demas tantum adcrecit (1). » E Galeno asserisce che il pionbo si accresce se trovasi collocato in luogo sotterraneo (k). L' Angurelli, il quale a' suoi talenti poetici univa il genio per l'alchimia, studio favorito a' suoi giorni, favellando de' corpi minerali nella sua *Crysopea*, dice de' metalli.

. . . . Verum ipsa secreto vivere quivis
Sentiet; ac vitae divino munere fungi.
Haec et oriri, eadem, si contemplabitur etsi
Augere ex se se, penitusque increscere cernet.

3. La quale opinione intorno alla riproduzione di minerali venne richiamata in onore allorchè la mineralogia incominciavasi ad elevare alla condizione di scienza. Di che volendo far parola il Faloppio, si rivolge pur egli alle miniere di ferro dell' isola d'Elba; delle quali si fa a dire: « Et non solum eo tempore sed et nunc effoditur metallum ex eodem loco, et copiosum: ita ut ill. dux florentinus maximum inde habeat proventum. Cum igitur hoc fiat de metallo durissimo, tanto magis fiet de sulphure et bitumine: ut certe fit, quia sulphur citissime regeneratur (2). »

4. Eccoci a quell' epoca avventurata per le scienze, anzi per l' umanità intera, in cui la fisica, scosso il giogo del peripato, segnava i primi passi in quella via che avevano aperta Bacone, Galileo e Cartesio. Si sa che il Gassendo, il principale contraddittore di quest' ultimo, pose come fondamento della sua dottrina la distanza degli atomi. Il Boyle, sorto in quella età, non più appagandosi di vane concezioni, ma facendosi in vece a ricercare il vero ne' fatti e nell' esperienza, per quanto poteva sperarsi in un' epoca in che l' arte d'interrogare la natura era ancora bambina, seppe unire l' osservazione sui corpi solidi in genere e quella sui minerali; e quindi, comechè i fatti da essolui inferiti e le conclusioni sue non possano tenersi in conto di assai precise, come pure si dovrebbe, dai fenomeni de' corpi sonori, dalle fratture spontanee de' vetri,

(1) Lib. II. cap. 22.

(2) De therm. aq. atque metall. cap. V.

dal consolidamento di alcuni corpi, valse ad argomentare e la facoltà che hanno le parti de' solidi di muoversi fra loro, e l'attitudine che hanno alcuni corpi di lasciarsi penetrare dai vapori minerali. Ed estendendo inoltre questi suoi principii a' fenomeni che si osservano ne' corpi minerali, giunse egli a comprendere quale influenza possano avere cotali vapori, ora colorando alcune gemme, ora concorrendo alla formazione de' minerali, costituendo essi così una vera circolazione nella massa terrestre (1).

5. Il Becher, contemporaneo del Boyle, non solo si fece a sostenere l'esistenza delle esalazioni sotterranee, ma di più volle ad esse attribuire la facoltà di operare una vera trasmutazione nelle terre e nelle pietre, e così formare i filoni metallici. In fine tra gli antichi scrittori di quella età giova menzionare il p. Lana; il quale nel suo *Magisterium naturae et artis*, F. 2, lib. 3. Asserisce anche ne' corpi i più duri e solidi non esistere una perfetta quiete.

6. Nel 1640 comparvero alla luce tre opere, cioè: la Metallurgia di Alfonso Barba, la *Restitution de Pluton* della signora di Bertereau baronessa di *Beau-Soleil*, il Paradosso di Gngl. Granger. La signora di Bertereau aveva già nel 1632 presentato al re di Francia un altro scritto relativo specialmente alle miniere esistenti in quel regno. Nell'opera di sopra indicata essa prese a dimostrare la riproduzione e trasmutazione de' metalli e l'esistenza di alcuni vapori metalliferi, da essa chiamati *spirito universale*; li quali, al dire di lei, si svolgono e si concretano negli scavi delle miniere, e vanno a riprodurre il minerale. Il Granger, estendendosi più a lungo su tale argomento e fondandosi sull'autorità degli antichi, Aristotile, Teofrasto, Plinio, Clearco, Temistro, Filopone ed altri non che sull'osservazione, fa parola della porosità e della mollezza de' metalli in seno della terra, attribuendo ad essi, non che alle gemme, la facoltà di nutrirsi e di accrescersi. Nè lasciò questi di fare menzione de' vapori minerali; i quali servono, com'egli dice, ad alimentare i metalli ed a procurarne l'accrescimento; attribuendo in fine sì ai metalli che alle

(1) De nat. mat. part. solid. quies.; De gemm. orig.; De natur. deter. effluviol.; De mera subtil. effluv.; de ius. efflic. effluv.; De exhal. subter.; De subter. ignibus.

pietre una sorte di vita. Il Barba, nella sua Metallurgia, parla egli pure e de' vapori metalliferi, e della trasmutazione de' metalli, e della produzione de' metalli stessi e delle pietre; dicendo finalmente che conviene ai minerali, come agli esseri animali e vegetali, ascrivere la medesima virtù produttrice. Ed egli è qui luogo di fare menzione del Grofford; al quale dobbiamo una traduzione francese dell'opera suddetta del Barba, ed una ristampa delle due opere della Bertereau e del Granger. Nella prefazione alle opere suddette egli mostra seguire l'opinione di essi riguardo alla riproduzione de' minerali, fondandosi su di alcuni fatti da essolui accennati, e specialmente in su di ciò che viene riferito dal Merret: cioè la terra delle miniere di stagno di Carnovaglia, già esausta delle sue parti metalliche, dopo 6 o 7 anni, potersi con profitto riprendere per separare il metallo, di cui essa si è in questo tempo nuovamente arricchita.

7. L'accrescimento de' metalli ed il loro trasferirsi da un punto all'altro fu sostenuto dal Woodward nella sua Geografia fisica, attribuendo egli cotali effetti, secondo il sistema suo, ora al fuoco sparso in tutti i corpi, ora all'acqua dell'abisso, ora ai vapori.

8. Il Baglivi trattò egli pure alquanto diffusamente della riproduzione di alcune pietre nella sua dissertazione *de Vegetatione lapidum*, non che della mollezza loro allorchè sono tratte dal suolo, quindi della vegetazione loro, e finalmente di una vera circolazione nel seno della terra; chiamando egli in sostegno della sua opinione, e ciò che Avicenna ed Alberto Magno dissero delle forze plastiche, e ciò che il Duhamel credeva di quello spirito che da lui si suppone ne' minerali, desumendo sopra tutto delle prove di analogie e dal corallo, e dal succino, e persino dai calcoli umani; i quali, molti in origine, prendono fuori del loro natio sito una notevole durezza. Tutte le quali cose egli attribuisce, colla chimica de' suoi giorni, all'umore bituminoso, al sale, al sugo od aura lapidifica.

9. Surse quindi il Tournefort, il quale; in una memoria presentata all'Accademia delle Scienze di Francia nel 1702, espose l'opinione che le pietre avessero un principio organizzante; e dalle sue osservazioni fatte in sulle stalattiti e sta-

lagmie della famosa grotta di Antiparos, e nel Laberinto Cretico; concluse nelle pietre doversi ammettere un sì fatto principio, ond' esse si rendono capaci di una sorte di vegetazione. Dalla quale sentenza non andò molto lungi l' ill. e benemerito mio concittadino, il Passeri; il quale anche nella storia dei fossili dell' agro pesarese (p. 65.), parlando delle stalagmie della caverna di Montecucco, fa osservare che esse non possono ascriversi alle acque filtranti, e la formazione loro vuole che si attribuisca ad un succo pietroso che circola per le vene del macigno.

10. La contemplazione de' filoni, uno de' problemi i più difficili della geognosia, trasse molti in simiglianti conghietture. L' Henckel così ne attribul la formazione alle fermentazioni che si operano nell' interno del globo; e nella sua opera *de lapidum origine* giunge per fino ad asserire: « Vapores tenuis » « mineram metallicam in fissuris et antris terrae generari, » « autopsia satis comprobatur; de lapidibus perinde certo modo » « item manifestum est, idque non solum de stalactitis, quod » « supra dixi, sed et de spato, jam mineram jam crystallis » « peringenito » (p. 99.); teoria ch' egli applica poscia anche ad altri minerali.

11. La facoltà di prendere accrescimento fu ai minerali attribuita dal Wallerius nella sua mineralogia; formando anzi questa proprietà parte della definizione ch' egli dà delle sostanze minerali; dicendosi però da lui non potersi a questi esseri attribuire una vera vita, come quella degli esseri organici, poichè in essi manca quella circolazione di umori che si osserva negli altri. Se però, continua egli, si abbia a riguardare siccome vivente, ogni essere capace di accrescimento, anche i minerali si avranno allora a riporre fra gli esseri dotati di vita. E nella sua Idrologia fa parola de' vapori delle miniere atti a dare origine ai metalli, e di quello ch' egli chiama *spiritus metallorum*. Egli fa oltracciò menzione di un acido universale, valevole a formare i sali ed altre sostanze minerali (1).

12. L' Ulloa, l' opera del quale (*Voyage au Perou*) usciva alla luce nell' anno appresso (1748), sostenne per egli

(1) Min. t. I. p. 331.

la riproduzione de' metalli nelle miniere; il che veniva da essolui ascritto o al potere i metalli scorrere nell' interno della terra, perfezionandosi così nella natura loro, ovvero ai fuochi sotterranei; quest' ultima supposizione sembrando a lui più dell' altra conforme ai fatti. Poco diversa è l' opinione del Lætimann; dal quale asseriscesi dall' interno della terra innalzarsi de' vapori e delle esalazioni metalliche, come la linfa ne' vegetali.

13. Il D' Arcet, nel suo discorso sullo stato attuale dei Pirenei (Paris, 1776), più chiaramente di ogni altro, e può dirsi ad ogni pagina, favella di un movimento intestino, che si opera in tutta la massa terrestre. E questo moto, cui ascrivonsi da lui tutte le decomposizioni e riproduzioni che in essa incessantemente si operano, vuol' egli che si abbia in conto quasi di una vita della materia, sì che questa si trovi in una perpetua azione e reazione nell' universo; intorno a questo suo scritto sembrando a me potersi questo solo notare: ch' egli era a desiderarsi ch' esso si fosse dato pensiero di ciò che ha riguardo alla formazione de' minerali con quella estensione medesima ch' egli diede a tutto ciò che si riferisce all' alterazione che la superficie della terra soffre continuamente.

14. Rapporta il Macquer nel suo Dizionario di Chimica (art. *Mofeld*) l' opinione de' minatori intorno alle esalazioni da cui i metalli vengono prodotti; ed egli stesso assentiva la credenza loro.

15. Il Trebra dopo di lui credeva una forza della natura, forse lentissima, porre in moto tutto l' interno del globo, e poter quindi cangiare le rocce in miniere.

16. Asserì pure il Linneo la vegetazione dei cristalli ed il loro accrescimento nelle rocce già consolidate; e dalle sue osservazioni fatte nel Laberinto di Creta egli desunse le conclusioni medesime del Tournefort intorno alla riproduzione nelle pietre del Laberinto stesso (1). Ed in altro luogo dello scritto istesso sulla generazione de' cristalli, rileva e la mollezza delle pietre uscite allora allora dalla cava, e la solidità che col tempo acquistano gli edifici.

(1) Amoen. acad. 1. I. p. 460. etc.

17. Seguendo sempre l'ordine cronologico, occorre il menzionare in questo luogo quanto appartiene al Roland; la cui dottrina però, altramente che quella degli autori premenzionati, riguarda in vero le proprietà generali della materia; il che non di meno ha pur relazione co' principii che sono per discorrere nel progresso dell'opera. Occorpo egli tutta intiera una delle sue lettere (1) filosofiche a dimostrare essere il moto essenziale alla materia; in principio delle quali egli si esprime essere suo intendimento il fare con essa palese come « in natura tutta la materia, non meno che tutte le sue partecelle furono sempre in moto, nè possono esserne private; « che le molecole che sono racchiuse nel centro degli scogli « i più duri ed i più grandi, nel centro di una verga di ferro « o di oro, trovansi in una attività costante al pari delle molecole del fuoco, dell'aria, e dell'acqua. » E questo suo assunto egli convalida sopra tutti mercè le continue alterazioni, decomposizioni e ricomposizioni che si fanno incessantemente in tutti gli esseri, e segnatamente negli organici. E così dal vedersi che tutte le parti della materia sono sempre in moto, vuol egli che si conchiuda essere il moto essenziale al tutto per la ragione medesima onde si argomenta l'essenzialità dell'estensione. Fa egli parola della gravità; ma quantunque la scienza fosse già in possesso a que'di delle sublimi concezioni del Newton, ed egli stesso il ricordi, la esclude dagli attributi essenziali della materia, considerandola in vece come un modo particolare, anzi come uno de'tanti modi dell'azione; azione in suo linguaggio significando il *moto del tutto*, che forse dir si potrebbe moto universale. Nè ove si parli di moto inerente alla materia, sì che ciò valga a dar cagione a tutti i fenomeni dell'universo, poteva tacersi dell'illustre D'Holbach, senza mancare in certa guisa alla considerazione che si debbe al nome di lui. I suoi principii però sono abbastanza conosciuti, perchè occorra ricordarli minutamente. Avrò bensì occasione di richiamarli non di rado alla memoria, perocchè le conclusioni sue sul moto sono troppo intimamente legate co' miei principii, perchè possa tacersene.

(1) Letters to Serena.

18. Fra quegli osservatori delle cose naturali, i quali considerarono il movimento de' corpi nelle alterazioni e rimutamenti de' minerali, conviene che in fine li ricordi il Patrin; i cui principii sono d'altronde abbastanza noti; e così tutto quanto fu detto da lui intorno ai fluidi acriformi, ed alla facoltà di eni egli tenevali forniti; quella io dico di formare de' corpi concreti; e finalmente ciò che da essolui opinavasi intorno alla circolazione, alla vegetazione de' cristalli, alla trasmutazione de' principii; sì che il riferire cotali sue opinioni in tutti i loro particolari sarebbe superfluo.

Cop che si vuol dar termine alle notizie istoriche che riguardano le opinioni de' fisici delle età trascorse; imperciocchè di tutto quanto osservarono i più recenti, e di quanto fu da essi con più fondamento considerato intorno a un tale soggetto, avrò io a valermi e non di rado a validare il mio assunto.

Innanzi però di por fine a questo capitolo, non sarà discaro lo spero, che io mi faccia a discorrere alcune dottrine, in qualche modo collegate colla mia opinione, ma forse ardite di troppo, perchè possano addursi a fondamento di alcuna anche semplice conghiettura. Con che però non intendo io di ledere in verun modo alla stima che si debbe a quegli illustri dotti che ne furono gli autori.

19. Francesco Glisson (1), anteriore a Leibnizio, asserti per primo non essere la materia inerte, contradicendo così tutto quanto predicavasi a que'di nelle scuole dai seguaci di Platone del pari e del Cartesio. Disse egli che essa « è essenzialmente attiva e dotata di forze agenti continuamente. » Un tale principio procedente da quelli già stabiliti da Bacone, fu accolto e maggiormente sviluppato dall'Hobbes, non che dal Priestley e da altri celebri fisici, non esclusi li sigg. Fournier e Begin, autori dell'art. *Irritabilité del Dictionnaire des Sciences medicales*; che riguardano i dettati del Glisson tali da costituire la vera dottrina relativa alle forze vitali.

20. Contro l'inerzia levossi pure non ha guari L. A. Gruyer nella *Dissertation sur le mouvement* (Paris 1825); la cui

(1) De nat. subat. energet., sive de vita naturae, Lond. 1672.

opinione mi piace di riferire co'suoi detti stessi; quelli con che egli esprime concludendo, la somma e la conseguenza de'suoi ragionamenti. « Egli è appunto, dicesi da lui, per « essersi considerato il moto in generale come un effetto, e « sopra tutto per essersi mal compresa quella proprietà negativa chiamata inerzia, che fummo portati a ricercare chi « abbia dato alla materia il primo moto; il che necessariamente suppone esservi stato un tempo, in cui tutte le parti « della materia erano in un riposo assoluto; supposizione del « tutto gratuita, unicamente fondata sur una falsa concezione; « improbabile, perocchè il moto non può nascere dalla quiete; « ed assolutamente non ammissibile, stante che le parti della « materia essendo come un numero infinito, ed il moto suscettibile di una infinità di direzioni e di una infinità di « gradi, di che la quiete non è in realtà che l'ultimo termine « di ciascheduna direzione, v'ha, se mi è permesso l'esprimermi in tal guisa, tre volte l'infinito a scommettere contro la semplice unità, che mai esistette alcuna epoca, in cui « tutte le parti della materia senza eccezioni trovavansi in uno « stato di quiete assoluta. Egli è dunque infinitamente probabile, e senza che alcuna ragione in contrario possa addursi, « che il moto risale all'origine della materia; ed il ricercare « la *causa* del moto, se una tale espressione possa usarsi, « null'altro è che ricercare il principio delle cose e la ragione « della loro esistenza. »

Vedrassi in seguito (cap. IV.) come illustri fisici recenti, severi ragionatori, abbiano fatto conoscere l'insussistenza di questa pretesa inerzia, e com'essa non sia mai stata convalidata da alcuna dimostrazione. Eppure l'inerzia della materia è un canone che tuttavia si proclama come inconcusso in alcune delle nostre scuole; in su di cui si fondano molte delle dottrine delle scuole iatesse; dottrine perciò necessariamente erronee come la base che le sostiene. Conseguita in vece da ciò, poichè, come vedrassi a suo luogo, la materia non è che un essere supposto (e quand'anche essa fosse un essere reale, non potrebbe essere mai in alcun modo da noi conosciuta, nè nelle sue proprietà e nè manco nella sua natura), che tutte quelle cose che, come rigorose conseguenze, dai meno oculati si asseriscono della materia, sì positivamente che negativamente,

hanno all'opposto a tenersi in conto di conghietture, d'ipotesi più o meno plausibili, quanto più sono conformi alla ragione, e mai tali da costituire de' canoni, su quali improntare la vera filosofia.

21. Riprendendo ora il filo della mia storia, dirò come meriti pure che qui si faccia parola di quella dottrina della polarità, siccome fu essa appellata dal suo autore, il Martinet. Secondo i principii di lui tutte le forze della natura si riducono alla polarità, ovvero all'attrazione e ripulsione; forze opposte fra loro, le quali, tendendo perciò ad annientarsi reciprocamente, fanno sì che ne risulti una tendenza perpetua ed uno stato che può chiamarsi d'indifferenza; alla quale però non si può giungere in forza dell'esistenza in natura di una infinità di fenomeni e di agenti, l'azione continua de' quali cagiona ad ogni istante un cambiamento nella direzione di queste forze. Il perchè da questa continua tendenza allo stato d'indifferenza nasce in vece un continuo conflitto. Ciò è quello che costituisce la vita. Da ciò nasce quella infinità di cause ed effetti che si osservano nella natura. Ninn fenomeno potendo esistere nè concepirsi senza movimento, ne deduce egli che tutti i fenomeni della natura si riducono al moto. Procedendo quindi più oltre il Martinet, sono, al dire di lui, le cause del moto, o meccaniche, cioè dipendenti dalla gravitazione universale e dalla impenetrabilità; o chimiche, dipendenti da cangiamenti molecolari degli elementi de' corpi; o dinamiche, le quali non dipendono nè da cambiamento di forma o di « spazio, come le prime, nè da combinazioni molecolari; esse « costituiscono la causa prossima del moto, che sempre è di-
« namico, avendo cagione in tal caso un conflitto nelle forze
« polari, in modo ch'egli è impossibile concepire un corpo
« in movimento assolutamente passivo. » Nel dare egli poscia la definizione della vita, pone per principio che, partecipando ciaschedun corpo delle forze dal conflitto delle quali esso proviene, talchè ogni corpo manifesta per alcune qualità che sono ad essa proprie, la sua potenza interna, procede da ciò non esistere nell'universo corpo veruno affatto inerte; tal che costituendo ciascuno di essi corpi una parte integrante ed attiva della natura universale, ne risulta che tutti i corpi sono vivi; e che non avvi cosa alcuna dalla « polvere fino all'uomo che

« sia realmente morta. » Quindi non più distinzioni fra corpi vivi e morti. Tiene egli non esservi linea di partizione, ma sole gradazioni. Il grado di vita è minimo nè minerali, sì eh' essa non può dar cagione in questi ad effetti che sieno sensibili ai nostri sensi. Esso però comincia a manifestarsi ne' sali e ne' metalli; ne' quali si osserva una forza riproduttiva, in virtù della quale essi attraggono a sè gli elementi estranei, e li fanno servire alla propria riproduzione. E poichè questa è riguardata come la prima proprietà vitale, i cristalli ci offrono perciò una vita manifesta. Egli distingue quindi i corpi tutti in criptobiotici, ed in fanerobiotici, a norma che la vita è in essa oscura o manifesta.

22. Li quali pensamenti del Martinet richiamano al pensiero quelli del Wilbrand; anch'egli avendo preso ad esaminare i fenomeni naturali sotto un analogo punto di vista: la polarità. Fra le cose da essolui immaginate, possono trovar qui luogo quelle deduzioni tratte da que' fenomeni di trasporto che si osservano sotto l'azione del piliere; fenomeni certamente fertilissimi di conseguenze ed irrefragabili. Da ciò egli argomenta che un pari trasporto debba operarsi nella massa intera della terra; onde i tremuoti ed i vulcani, onde tante alterazioni nelle rocce, nelle pietre, onde l'accrescimento in alcuni minerali.

23. Conforme a quest'ultima opinione è quella del Balenstedt e quella ancora del Ranscher. Il primo de' quali seppe raccogliere molte osservazioni onde provare come continui ancora una sorte di creazione ed organica ed inorganica; lo che forma l'argomento di quel suo scritto: *Nuove prove della continuazione di una creazione primitiva*. Il secondo autore di diversi scritti intorno ad analoghi soggetti, in uno di essi, al pari dell'altro, si fa a sostenere l'idea di una creazione continua, e la produzione, con'egli si esprime, di nuovi organismi nelle forze della natura; in altro espone poi l'opinione che i *Bissus*, *Spumaria*, *Itemantia*, *Nacodium rupestre*, *Stilbispora* etc., ed altre agarie, si formino, crescano e si distruggano alla foggia de' cristalli.

NOTE AL CAPITOLO I.

- (a) E sia con pace de' sostenitori di una tale opinione; se gli antichi possiedevano già tutta la sapienza de' moderni, perchè essi non ne trassero quel profitto che questi ultimi seppero desumerne? perchè essi lasciarono correre alcune opinioni, e segnatamente nelle loro cosmogonie; le quali ora non avrebbero più chi prestasse fede ad esse?
- (b) *Aristotiles quintum genus adhibet vacans nomine, sic et ipsum animum* *πνέσματιον* appellat novo nomine, quasi quandam continuatam motionem et perennem. Il Delametherie (Jour. de Phys. t. 77. p. 40.) fa osservare che l'entelechia d'Aristotile corrisponde all'*akosch* de' Bracmani; e che questi e tutti i filosofi della Grecia ammisero, come Aristotile stesso, una quinta sostanza che riguardarono come uno spirito, cagione di un movimento universale in tutta la natura. Ed avendo i Sabei riguardato il nostro pianeta, non che tutti gli altri corpi del sistema planetario, siccome specie di animali, non si può a meno di credere che egli supponessero in essi una qualche circolazione e moto.
- (c) *Præterea, quamvis solidæ res esse putentur,*
Hinc tamen esse licet raro cum corpore cernas. Lib. 1. v. 347 - 48.
Et si difficili esse videtur credere quidquam
In rebus solido reperiri corpore posse:
Transit enim fulmen cœli per septa domorum,
Clamor ut, ac voces: ferrum candescit in igni;
Disiliuntque fere ferventi saxa vapore:
Conlabefactatus rigor auri solvitur æstu,
Tum glacies æris, flamma devicta, liquescit:
Permanat calor argentum, penetræque frigus;
Quando utrumque manu, retinentes pocula rite,
Seminimus, infuso lympharum rore superne:
Usque adeo in rebus solidi nihil esse videtur.
Sed, quia vera tamen ratio, naturæque rerum,
Cogit, ades, paucis dum versibus expediamus,
Esse ea, quæ solido atque æterno corpore consent;
Semina quæ rerum, primordiaque, esse docemus:
Unde omnis rerum nunc constat summa creata. Lib. 1. v. 488 - 503.
Prima moventur enim per se primordia rerum. Lib. 11. v. 132.
Quippe et enim primum terræ corpora quæque,
Propterea quod erant gravia, et perplexa, coihant,
In medio, atque imas capiebant omnia sedes:
Quæ, quanto magis inter se perplexa coihant,
Tam magis expressere ea, quæ mare, sidera, solem,
Lunamque efficerent; et magni mœnia mundi. Lib. I. v. 450 - 55.
Nam certe non inter se stipata cohæret
Materies; quoniam minui rem quamquæ videmus,

Et quasi longinquo fluere omnia cernimus ævo,
 Ex oculisque vetustalem subducere nostris;
 Quom tamen incolomis videatur summa manere;
 Propterea, quia, quæ decedunt corpora quicunque,
 Unde abeunt, minuunt; quo venere, augmine donant:
 Illa senescere, at hæc contra florescere, cogunt.
 Hic remorantur ibei: sic rerum summa novatur
 Semper, et inter se mortales mutua vivunt. Lib. II. v. 66 - 75.
 Illud in hiis rebus non est mirabile, quæ re,
 Omnia quom rerum primordia sint in motu,
 Summa tamen summa videatur stare quiete. Lib. II. v. 308 - 10.

- (d) Nam primum omnia vetustate labuntur, nec quicquam tutum a senectute est. Hæc solida quoque et magni roboris carpit. Itaque quemadmodum in edificiis veteribus quædam non pertulsa tamen decidunt, cum plus ponderis habuere quam virium: ita in hoc universo terræ corpore evenit, ut partes ejus vetustate solvantur, solute cadant. (Quæst. nat. lib. 6. cap. 10). Non esse terram sine spiritu palam est. Non tantum illo dico, quo se tenet ac partes sui jungit, qui inest etiam saxi, mortuisque corporibus; sed illo dico vitali, et vegeto, et alente omnia (L. c. lib. 6. cap. 14). Avvertirò qui di volo che in quest'ultimo passo sembra quasi che Seneca abbia parlato espressamente dell'attrazione, senza però che io voglia dire per questo aver egli avuto cognizione di questa forza.

- (e) 40. Circa Philippos Macedoniæ metalla reperiri narrant, ex quibus frusta ejecta grandescere proditur, aurumque, ut clarum est, producere.

41. In Cipro circa Tyrriam aes ejusdem naturæ fieri ajunt; quod turculæ minutatim contusum, ut constat, seminant, posthacque in id eruptis aquis augatur, ut redditur, ac hoc modo colligitur.

45. Ab antiquis regibus in Pieria Macedoniæ reconditam quandam auri copiam defossamque esse fertur, ac ex una forcarum quatuor, quæ ibi sunt, aurum renasci sesquipedali magnitudine ajunt.

- (f) 42. In melio insula loco defossa iterum confestim terra repleri asseverant.

- (g) Et inter plurima alia Italiæ miracula, ipsa marmora in lapidicinis crescere auctor est Papirius Fabianus naturæ rerum peritissimus. Exemptores quoque affirmant compleri sponte illa montium ulcera. Quæ si veræ sunt, spes est nunquam defuturam luxuriam. Lib. 36. cap. 15.

Sunt et montes nativi salis, ut in Indis Oromenus, in quo lapidicinarum modo cæditur renascens: majusque regum vectigal ex eo est quam ex anno atque margaritis. Lib. 31. cap. 7.

Item Theophrastus et Mutianus esse aliquos lapides, qui pariant, credunt, Theophrastus auctor est . . . et ossa e terra nasci. Lib. 36. cap. 18.

In un passo di questo stesso autore riferitoci da Servio nell'annotazione ch'egli appone al v. 175. del lib. X dell'Enide; col quale Servio istesso vuole corroborare ciò che dice Virgilio

. ast Ilva tercentos

Insula, inesthaustis Chalybum generosa metallis,
 si trova: Cum in aliis regionibus effossa metallis terræ sint vacuæ, apud Ilvam hoc esse mirum quod sublata renascuntur; et rursus de iisdem

locis effodiuntur; al passo di Plinio aggiungendone lo stesso Servio uno di Varrone; in cui si dice „ che il ferro nasce in quell'isola. „

- (h) Cum id rarum auditu habet Æthalia, tunc quod fossæ, unde metalla sunt eruta, rursus tractu temporis implentur, quod ipsum de salis fossis apud Rhodias, marmore pario fertur, et de indicis salibus Clitarcus tradit. Lib. V.
- (i) Placet naturæ regi terram et quidem ad nostrorum corporum exemplar in quibus et venæ sunt, et arteriæ, illæ sanguinis, hæ spiritus receptacula. In terra quoque sunt alia itinera, per quæ aqua et alia per quæ spiritus currit Cæterum ut nostris corporibus, ita in terra sæpe humores vitia concipiunt. Lib. V. Quæst. nat. cap. 15.
- (k) Omnium que novimus, unieum plumbum tum mole ipsa, tum pondere augetur, si condatur in aedibus subterraneis ærem habentibus turbidum ita ut quæcumque illic ponantur, celeriter situm colligant. Tum etiam plumbeæ statuarum vincula, quibus earum pedes annectuntur, sæpenumero crevisse visum est, et quædam adeo intumuisse, ut ex lapidibus dependerent crystalli, modo verrucæ. De simpl. medic. fac. lib. IX. cap. *Molibdas, Plumbum*. Egli è facile a vedersi in questo fatto non indicarsi un reale accrescimento de' metalli, ma invece la loro ossidazione od altra analoga alterazione, per la quale siasi aumentato il volume ed anche il peso de' detti corpi.



CAPITOLO II.

Della solidità

24. **R**apportando nel capitolo precedente la opinione di diversi fisici, si è veduto aver essi già concepita l'idea di un movimento continuo in tutta la massa della terra. Questa opinione però, quantunque è proclamata da alcuni de' meglio reputati fra i sapienti, e nuovamente annunziata nelle diverse epoche, non perciò otteneva l'assenso universale. E di questo si fu certo la principale cagione l'aver eglino soltanto nudamente esposte quelle conclusioni che sembravano venire indicate da alcune apparenze, senza darsi essi pensiero veruno della costituzione de' corpi stessi. E di vero loro era tolto il farlo, ignari com'essi erano ancora di quelle dottrine sulla fisica corpuscolare, che può dirsi scienza nuova del tutto; e quindi all'età nostra era riserbato il far questo, e togliere perciò quella ripugnanza che noi proviamo nello immaginare che le parti de' solidi possano muoversi, mentre i nostri sensi le fanno credere immobili allorquando con forza resistono ove si tenti spostarle. Chè sempremai con qualche esitanza almeno noi ci arrendiamo alle verità anche le più incontrastabili ove i nostri sensi sembrano contraddirle. Nè que' movimenti che in essi realmente si operano, siccome si mostrerà a suo luogo, valgono a trarci d'inganno, essendo che essi si compiono lentamente sì da sfuggire ad una superficiale osservazione. E questo fu che condusse la comune degli uomini a riguardare i solidi perfettamente distinti dagli altri corpi, siccome generalmente si tiene. A togliere però di mezzo questo errore della mente nostra avrebbe dovuto bastare questa sola considerazione, che tutti i gradi di coesione, dal liquido il meno denso al solido il più duro e compatto, non ci rappresentano che i termini intermedi di una serie indefinita, gli estremi della quale sono sì fattamente lontani fra loro, che a noi sarebbe impossibile del pari il conoscerli e l'immaginarli; di cui l'uno può supporli nelle molecole primitive de' corpi perfettamente solide,

e l'altro forse nella sostanza rarissima delle nebulose, ovvero della luce, se questa pur s'abbia a credere un corpo reale, ovvero nell'etere, a cui veramente sembra che si debbano i fenomeni luminosi. Se vorremo quindi riflettere che ne' pochi termini di mezzo di questa serie sono compresi i solidi ed i liquidi tutti che noi conosciamo, svanirà interamente quella differenza che i sensi ci fanno credere esistere fra di essi. Ecco pertanto le considerazioni che a mio avviso debbono persuaderci non essere lo stato solido una condizione assoluta de' corpi, che valga a distinguerli dagli altri per una linea di partizione bene determinata; questa essendo la tesi di questo capitolo. Il che mi piacque dichiarare affine di cansare ogni mala interpretazione.

25. La rotondità degli atomi, ammessa un tempo come causa della fluidità, avrebbe certamente segnato una sì fatta linea fra i corpi solidi ed i fluidi. I fisici però dovettero ben presto abbandonare questa ipotesi, per la quale si rendeva non intelligibile come un corpo potesse passare dall'uno stato all'altro, imperocchè non sarebbe possibile l'ammettere nelle molecole primitive de' corpi de' cambiamenti di forma ad ogni variare di costituzione. E poichè ora nella maggiore o minore influenza della figura, densità, dimensione delle molecole, e nell'azione del calore (supposto un corpo di suo genere), pel quale questa influenza è continuamente modificata, si è dovuto riconoscere consistere le diverse condizioni da cui in parte dipendono i vari gradi di coesione, non che la maggiore o minore elasticità, duttilità e tenacità de' corpi, è facile a comprendersi come dai corpi di una densità e durezza notabile si possa passare gradatamente ai meno densi, ai flessibili, ai molli. Nè certamente questi ultimi sono sceverati dai liquidi per un termine o, come si disse, per una linea di partizione; chè anzi essi ponno considerarsi come l'anello di quella catena per cui i solidi si uniscono ai liquidi. Queste e tante altre considerazioni valgono già di per sè a mostrare non doversi più ammettere una disparità sì grande tra i liquidi ed i solidi; piccola anzi tra i liquidi ed i solidi dotati di poca coesione, e nè tampoco assai grande tra i liquidi ed i molto coerenti, se in questi ultimi, come si vedrà, vincessi col tempo quella resistenza delle loro molecole a cambiare la loro reciproca posizione.

26. Per la qual cosa se si ha a dire nell'ordine mondiale nulla esservi di veramente assoluto, ciò si conviene non meno alla solidità; la quale non costituisce che uno stato per ogni riguardo relativo. In fatti se di ciò si voglia giudicare, come ordinariamente si fa, pe' nostri sensi e per la forza necessaria a separare le parti de' corpi, egli è chiaro non potersi trovare in questo una norma precisa. La cera, che è un corpo molle per un uomo adulto, è solida per un bambino, durissima per un insetto. Se in vece piaccia determinare la solidità dei corpi dalla privazione di ogni sorte di umidità, niun legno potrà riporsi nel novero dei solidi, poichè non avviene alcuno che pel calore non dia dell'umidità sensibile all'igrometro; il che potrebbe dirsi anche di altri corpi.

27. Di questo, cioè dell'essere i solidi tutt'altro che precisamente distinti dai corpi molli, è forza che noi viemmaggiormente ci convinciamo considerando le definizioni che i fisici hanno dato appunto della solidità. Lasciate a parte, siccome estranee all'argomento, quelle che si riferiscono a' corpi perfettamente solidi o perfettamente liquidi, o finalmente perfettamente aeriformi, quali suppongonsi da' matematici, vedremo infatti essersi desunta la definizione de' solidi dai nostri sensi, siccome ha fatto il Musschembroek (1); la qual cosa si è or'ora veduto quanto sia incerta: ovvero se ne è data una definizione negativa, accennando alla loro differenza co' liquidi: cioè si è detto che le parti de' solidi non possono scorrere come quelle dei liquidi; siccome fecero il Boyle (2), l'Harris (3) ed il Thomson (4); definizione che tosto si vede convenire del pari ai corpi molli, cera, sevo, ethal, stearina ec. Alcuni altri si sono guardati dal fissare alcuna definizione de' solidi. Lo s'Gravesande (5), uno di questi, dice che i corpi sono vieppiù duri quanto più si avvicinano alla solidità perfetta, ed il Pouillet si limita a riferire alcuni esempi de' diversi gradi di consistenza, dicendo che alcuni corpi, sono solidi, come le pietre, i metalli ec., altri liquidi, come l'acqua e il mercur-

(1) Intr. ad cohaer. corp. firm. cap. X. Essai de phys. ch. XV.

(2) De fluid. et firm. par. 2. sect. 2.

(3) Lex. techn. Vol. I. art. *Solidity*.

(4) Syst. de ch. 1. 6. p. 1. ed. 1807.

(5) Phys. elem. mathem. lib. 1. cap. 5. def. 1.

rio ec., altri gasosi, come l'aria (1). Taluni studiandosi pure di determinare la differenza che passa fra i corpi nelle loro diverse costituzioni, null'altro seppero rinvenire fra essi che limiti indeterminati. Così fece il Berzelius dicendo che quando l'affinità di aggregazione è considerevole, i corpi sono duri e solidi; s'essa sia più debole, divengono liquidi; e s'essa diminuisca anche maggiormente, essi cangiansi in aria o gas (2); e così nell'Enciclopedia null'altro si giunge a stabilire se non che le parti de' solidi non potèr essere divise da una forza di un certo grado (3), e non potere noi cangiare che difficilmente la loro figura (4). L'Haüy, anzi che dare la definizione de' solidi, si restringe ad indicare la loro porosità (5). Il Biot, seguendo il Lavoisier (6), considera stato solido quello in cui la forza d'attrazione è predominante sul principio repulsivo, che forse consiste nell'azione del calorico (7). Intorno alla quale definizione può dirsi principalmente essere essa del tutto astratta e forse ipotetica; oltre di che, potendo essa convenire anche ai corpi molli, non ci presta il modo di distinguere i solidi da loro. E del pari ai corpi molli non meno che ai solidi si addice quanto egli nota in seguito, cioè: che se si portino le parti di un liquido ad una tale vicinanza, che non solo la forza principale dell'affinità, ma possa eziandio esercitarsi l'azione dipendente dalla figura delle parti stesse, allora si formerà un solido (8). Riguardandosi la cosa superficialmente, sembra, è vero, stabilirsi perciò un limite tra i solidi e gli altri corpi, e questo punto, in cui l'azione della figura può esercitarsi, portare un interrompimento, almeno riguardo agli effetti, in quella graduazione che procede dall'uniforme aumento e vicendevole diminuzione delle azioni del calore e della coesione. E questo parrà forse avere tanto maggior fondamento ponendo mente alla solidificazione istantanea del mercurio. Ma se d'altronde si osservi non poche sostanze

(1) *Élém. de Phys.* t. 1. p. 8.

(2) *Trait. de ch.* t. 1. p. 34.

(3) *Art. Solide.*

(4) *Art. Solidité.*

(5) *Trait. de phys.* edit. 3 § 6.

(6) *Trait. élém. de chim.* t. 1. chap. 1.

(7) *Trait. de phys.* t. 1. p. 251.

(8) *L. c.* p. 447.

essere al tempo stesso molli e cristallizzate, per quest'ultima condizione dovendosi indubitatamente credere essersi in esse esercitata l'azione della figura delle loro molecole costituenti, si vedrà veramente, siccome dissi, convenire anche ai corpi molli ciò che il Biot diceva intorno alla formazione de' solidi. Altrettanti esempi di corpi in cui si uniscono a un tempo le due predette condizioni di mollezza e di ordinamento di parti in forme regolari ci offrono l'adipocera, molte di quelle sostanze ottenute dal Chevreul e da altri nelle loro ricerche su i corpi grassi, cetina, colesterina, stearina, oleina ec. l'horners o cloruro d'argento minerale, il cloruro d'antimonio e tanti altri. Non menò astratti della predetta definizione del Biot sono i dettati del La Place, riguardando essi le diverse condizioni da cui può supporre procedere la solidità de' corpi, anzi che la solidità istessa considerata ne' corpi. Gioverà non pertanto il prendere ad esaminare le cose dette da lui su tale proposito, poichè ciò varrà a far comprendere che una progressione continua dai liquidi ai solidi è ciò che risulta da' suoi principii medesimi. Conciossiachè, facendo egli dipendere lo stato solido dall'attrazione delle molecole combinate coll'influenza della loro figura, asserisce poi che l'azione di quest'ultima è sensibile ancora ne' fluidi viscosi; e si rende insensibile insieme colla forza attrattiva ne' corpi gassosi. E riguardando inoltre la forza espansiva del calore siccome opposta all'attrattiva delle molecole, tien'egli che, mentre la prima graduatamente si aumenta, l'altra, cioè l'influenza della figura delle molecole, non che quella delle loro forze attrattive, si fa minore e si rende insensibile ne' corpi aeriformi (1). Il perchè scorgesi tosto da una tale definizione nascere piuttosto una serie non interrotta dai solidi i più compatti ai gas i meno densi, anzi che riuscire una determinata distinzione fra i solidi ed i liquidi. Nè diversa conseguenza pare a me che si abbia a desumere, e da quanto si trova nell'opera istessa (p. 317.), e da ciò che questo istesso fisico avvisa intorno alla costituzione de' corpi in generale, siccome si legge in altro suo scritto (2).

(1) Exp. du Syst. du monde p. 318. ed. 3.

(2) Ann. ch. et phys. t. 21. p. 22.

Dic'egli « che ciascheduna molecola di un corpo è sottoposta all'azione di queste tre forze: 1. l'attrazione delle molecole « circostanti; 2. l'attrazione del calorico delle medesime molecole; 3. la ripulsione del suo calorico pel calorico di queste « molecole. Le due prime forze tendono ad avvicinare le molecole fra di loro; la terza tende ad allontanarle. Li tre « stati *solido, liquido e gasoso* dipendono dall'efficacia relativa di queste tre forze. Nello stato solido la prima forza è « maggiore; l'influenza della figura delle molecole è considerevolissima, ed esse sono unite nel senso della loro più « grande attrazione. L'accrescimento del calorico diminuisce « questa influenza dilatando i corpi; ed allorchè questo accrescimento diviene tale che questa influenza sia picciolissima « o nulla, la seconda forza predomina, ed i corpi prendono « lo stato liquido. » In su di che mi restringerò ad osservare in questo luogo lo stesso. La Place mostrarsi indeciso nello stabilire il punto in cui i corpi prendono lo stato liquido, usando egli le voci *piccolissima o nulla* riguardo all'influenza che in tal punto ha la figura delle molecole; nè meno indecisa è l'altra *considerevolissima* di che si vale per questa istessa influenza ne'corpi solidi. Oltre di che può notarsi, del pari che si fece favellando di alcune delle precedenti definizioni, che da questi principii del La Place niuna distinzione risulta fra i solidi ed i corpi molli; chè anzi, potendosi rappresentare sì l'azione ripulsiva del calorico, per la quale le altre forze sono bilanciate, sì queste forze istesse, per altrettante serie uniformemente crescenti e decrescenti, tal che l'esistenza di un limite, di un punto determinato pel quale distinguere i diversi stati de'corpi non potrebbe ammettersi, non può riuscire da' principii stessi norma veruna di distinzione tra i solidi e gli altri corpi in genere. Nè meglio sufficiente a porre infra di essi una qualche distinzione è certo la teoria del Fresnel; dal quale si tiene come probabilissimo la fluidità di un corpo dipendere da questo, che in virtù di una grande disseminazione delle sue molecole, le differenti posizioni di equilibrio sieno molto più vicine che ne'solidi; di modo che la forza ritardatrice, la quale tende a ricondurre il sistema nel suo primo stato (a) non potendo crescere che in un intervallo

troppo piccolo, non acquista mai una grande intensità (1). Le quali considerazioni convengono egualmente rispetto a ciò che si dice dal Dumas intorno ai tre diversi stati de' corpi. Sembra in vero a prima giunta ch'egli voglia stabilire una precisa distinzione fra lo stato solido e lo stato liquido, dicendo essere « verisimilissimo che l'intervenimento della forma delle molecole nell'equilibrio de'solidi sia ciò cui si debbe il carattere della solidità (2). » Se però si ponga mente a quanto egli discorre in seguito in su di questo particolare, vedremo convenire a ciò veramente le considerazioni predette, e ch'egli stesso è forzato a riconoscere l'incertezza di questa supposta linea di partizione. « Riunendo dic' egli, tutti i fatti che io vi ho citati, voi vedete che siamo portati a conchiudere che ne' gas l'influenza della forma delle molecole sembra nulla o quasi nulla, ch'essa sembra all'opposto considerevolissima ne' solidi, e ch'essa si fa non meno sentire ne' liquidi; ciò che non sorprenderà d' assai, ammettendo che la distanza delle molecole vi ha pur parte; imperciocchè si sa che ne' gas le molecole sono lontanissime; che ne' solidi sono vicinissime, e ch'esse lo sono quasi altrettanto ne' liquidi, sendo che vi sono quasi tanti liquidi che si dilatano solidificandosi, quanti ve ne hanno che si contraggono. » = « Frattanto, e conviene che io il confessi a voi, non ostante quella sorte di *consensus omnium* perchè si considerano i gas siccome costituiti di particelle, fra le quali ogni influenza dipendente dalla forma è insensibile, io non saprei seguire una tale opinione (3).

28. Veggendo adunque i fisici, non esclusi quelli che, avendo particolarmente atteso ai fenomeni della luce, come il Fresnel, hanno dovuto prendere in considerazione l'intima costituzione de' corpi, non essere pervenuti per le loro investigazioni a stabilire una linea che veramente distingua i solidi dagli altri corpi, è forza il credere che una sì fatta linea realmente non sussista, o che la scienza non sia giunta per anche ad iscuoprirla. In ambedue cotali casi il ragionare di

(1) Ann. ch. et phys. t. 17. p. 182.

(2) Dumas, Leç. sur la Phil. ch. p. 249.

(3) L. 1. p. 260.

quelli, da cui si ammette nelle parti de' solidi un assoluta incapacità al moto molecolare, non potrebbe essere che incerto; conciossiachè innanzi a tutto si dovrebbe da essi stabilire quale sia quel grado di consistenza ch'essi chiamano solidità e che essi avvisano essere incompatibile col movimento di parti. Se essi restringonsi ai corpi perfettamente duri, quali suppongonsi le molecole primitive de' corpi, in ciò verremo perfettamente d'accordo; chè io pure consento ne' corpi di tale natura niun movimento intestino potersi operare. E del pari io converrò nella opinione loro, ove ad essi piaccia il credere che questo movimento di parti si renda a pari circostanze tanto minore quanto più la solidità venga aumentata. D'altronde quand'essi si appigliassero a quelle definizioni che, come ho fatto vedere, convengono anche ai corpi molli, in tal caso essi troverebbonsi in contradizione con sè medesimi; poichè, a quanto essi dicono, un grado benchè tenuissimo di mollezza basta perchè questo movimento di parti si faccia. All'opposto qualunque definizione si attribuisca ai corpi solidi onde distinguerli dagli altri, ovvero, lasciando ogni distinzione, si confondano insieme, egli è del tutto indifferente ai miei principii, imperocchè io penso tutti i corpi della natura che noi conosciamo, di qualunque costituzione essi si credano, essere suscettibili di un movimento intestino di parti, tanto minore però quanto più in essi la durezza aumenta.

29. Si disse di sopra essersi da alcuni distinti i solidi dai liquidi per questo, che ne' primi le parti non possono scorrere le une sulle altre come fanno negli altri. Intorno alla quale distinzione, quantunque siasi forse detto abbastanza, gioverà il rammentare in questo luogo alcuni esperimenti del Pictet; i quali ci fanno conoscere che quest'azione del peso delle proprie parti, che ne' liquidi ottiene un effetto tanto maggiore, si esercita pur anche, quantunque in un modo appena sensibile, ne' corpi solidi. In fatti sappiamo per le ricerche di lui che una verga metallica, la quale sia posta verticalmente appoggiandosi sulla sua estremità inferiore, soffre un raccorciamento. Al che può ora aggiungersi altro fatto forsechè meglio convincente, che in sostegno appunto de' miei principii viene riferito dal Bellani. « Un altro fatto del moto molecolare « de' solidi, dice egli, si è reso manifesto nella recente rico-

«struzione del tetto del palazzo pubblico di Vicenza, opera
 «insigne del Palladio, dove le lastre di piombo, che lo co-
 «privano dal lato di mezzogiorno, si sono trovate nella loro
 «posizione inclinate sottilissime in alto, e molto ingrossate al
 «basso per una specie di lenta fusione operata dal sole unita
 «alla forza di gravità. » (1) Per lo che si vede le parti di
 un metallo, come quelle di un liquido, tendere a livellarsi
 cedendo allo sforzo del proprio peso. Nè credo vorrà negarsi
 di riconoscere una perfetta somiglianza, o piuttosto identità fra
 questi due effetti, i quali non differiscono che nel grado: pic-
 colissimo ne' solidi; grandissimo negli altri. Chè anzi, se la
 coesione è quella che impedisce che ciò sorta un pieno effetto
 ne' solidi, essa non lascia d'agire ne' liquidi sino ad impedire
 una parte almeno dell'effetto medesimo. Lo si vede in fatti in
 quelle gocce di un liquido qualunque, nelle stille di rugiada,
 che più o meno conservano la forma sferica o convessa; e del
 pari in quel rimanere de' liquidi stessi al di sopra dell'orlo
 de' vasi senza fluire al di fuori. Egli è facile anzi il far com-
 prendere come questa tendenza de' corpi a livellarsi diminuisca
 gradatamente da un lato, senza farsi mai nulla, come nella
 verga e nelle lastre di piombo di sopra menzionate; e dall'altro
 si accresca e viemmaggiormente si manifesti, come ne' liquidi.
 Se si prenda un corpo alquanto molle, a cagione di esempio,
 un estratto farmaceutico, vedrassi ch'esso non giunge che dopo
 un qualche tempo a prendere un imperfetto livello. In luogo
 di esso si prenda una resina concreta, per esempio la colofonia,
 la quale forse potrebbe riporsi fra i solidi, e si vedrà essa ce-
 dere lentamente al proprio peso, adagiandosi quasi sul piano
 che la sostiene, ovvero adattandosi al vaso in cui sia conte-
 nuta. In vero ogni considerazione sulla coesione de' liquidi fu
 trascurata da taluni de' più illustri fisico-matematici nelle loro
 ricerche sulle leggi generali dell'equilibrio e del moto de' fluidi.
 Ma il La Place, allontanandosi da essi, pose a calcolo l'azione
 reciproca delle loro molecole; ed il Navier non dubita d'as-
 serire che ove si voglia giungere alla cognizione delle vere leggi
 del moto, conviene senza meno tener conto delle azioni che

(1) Poligrafo mag. 1832. fas. 23. ec.

hanno luogo fra le molecole del liquido tra loro (1). E finalmente intorno a questo dirò, che se ciò non fosse, tutti i liquidi dovrebbero trovarsi forniti di una pari scorrevolezza, nè i chimici avrebbero ad indicare questo o quel corpo, a mo' di esempio, l'etere solforico, l'olio volatile di trementina o di cajeput, siccome fluidissimi, essendo essi veramente di una fluidità maggiore dell'ordinario.

30. Nè la coesione di parti ha luogo soltanto ne' solidi e ne' liquidi, come or ora si è detto; chè essa si esercita del pari e si manifesta eziandio, quantunque assai debolmente, fra le parti de' corpi aeriformi. Ne sia prova il gas idrogeno, il quale, lo che è noto abbastanza, non portasi altrimenti ad occupare le parti le più sublimi dell'atmosfera, ma rimane in vece disperso e mescolato all'aria negli strati inferiori, benchè non accada fra questi due fluidi alcuna unione chimica. Eguale considerazione può aver luogo riguardo al gas acido carbonico, il quale dovrebbe al contrario portarsi ad occupare gli strati i più bassi (b); e così dicasi di tutti i componenti dell'atmosfera, i quali restano perfettamente mescolati fra loro, anzi che disporsi a norma del loro peso. Ecco della coesione che esiste fra le parti de' corpi aeriformi altri argomenti e meglio convincenti d'assai. « L'aria, dice il Pouillet (2), la quale « è invisibile e che è sì sottile, non forma eccezione a questa « legge generale (l'azione reciproca delle molecole.) Essa è « impenetrabile, poichè presenta una resistenza allorchè si trova « racchiusa in una vessica, in un pallone od in altro spazio « qualunque. Essa è dunque composta di atomi e di mole- « cole; dunque le sue parti esercitano pure un'azione reci- « proca le une sulle altre. » Alla quale considerazione relativa all'aria ne aggiungerò altra forse non meno convincente. Le oscillazioni sonore che si comunicano all'aria suppongono necessariamente nelle parti di questo fluido una forza che le tiene a determinate distanze; una forza ritardatrice; il che è chiaro abbastanza perchè occorra il dimostrarlo. Egli è per questo che l'intensità de'suoni varia a norma de'mezzi in cui

(1) Ann. ch. et phys. t. 19. p. 244.

(2) Élé. de phys. t. 1. p. 10.

si compiono le oscillazioni sonore. Quantunque da cose ipotetiche, o piuttosto da teoria non per anche universalmente consentita, ma certo molto fondata, non possansi a ragione desumere delle prove a convalidare altre ipotesi o teorie, gioverà almeno accennare che conforme si suppone da que' fisici, i quali, tornando all'opinione di Cartesio e dell'Ugenio, non riconoscono nella luce che gli effetti delle ondulazioni, il supposto etere, non che i fluidi elastici debbono essere dotati di una reale coesione, imperciocchè spostando secondo una tale ipotesi alcune delle loro parti (1), tendono esse a norma dell'ampiezza dello spostamento, o a tornare alla primiera situazione, ovvero a portarsi ad altra situazione, nella quale si trovino in un nuovo equilibrio stabile. E se ciò si suppone in un fluido rarissimo, siccome egli è l'etere, o fluido universale, tanto più potrà farsi de' fluidi elastici, ed ammettere in questi, come in quelli, una reale resistenza allo spostamento delle loro parti, che è quanto dire una vera coesione. Tale è l'opinione del Fresnel ammettendo egli fra le loro parti delle forze ritardatrici ed acceleratrici (2); tale è pur quella del Poisson riguardo all'etere istesso, ch'egli giudica simile in ciò ai corpi solidi, da presentare una riunione di molecole sottoposte all'azione loro reciproca (3); e la è similmente in quanto a que' liquidi ch'egli suppone poi dotati di una perfetta mobilità di parti, a modo tale che qualunque spostamento accada in esse per una forza esterna, esse tendono ad una disposizione simile al loro primitivo ordinamento, in guisa da esercitare reciprocamente tra loro una pressione eguale in tutti i sensi (4). Tutte le quali cose debbono convincerci quella forza che tende a portare i corpi alla solidità a gradi a gradi farsi maggiore, se essa esiste ed esercita la sua azione, come che debolmente, anche ne' corpi rarissimi.

31. Poichè si vuole considerare la cosa possibilmente da ogni lato, gioverà il fare parola di quella distinzione che il Poisson testè menzionato pone tra i solidi ed i liquidi, segnata, com'egli dice, da differenze essenziali. « Ne' corpi solidi cri-

(1) Fresnel, Ann. ch. et phys. t. 17. p. 181.

(2) L. c. p. 182.

(3) Ann. ch. et phys. t. 44. p. 432.

(4) Bull. univ. Sc. math. juin 1830. p. 394. et s.

« stallizzati o no, sono le sue parole, la causa particolare che
 « trattiene le molecole nelle direzioni in cui esse sono più o
 « meno ristrette, non può essere che la parte della loro azione
 « che dipende dalla loro forma e dalla loro situazione rela-
 « tive. Se allontanansi le molecole per un'aggiunta di calorico,
 « questa forza secondaria diminuisce in generale più rapida-
 « mente che l'altra parte della loro azione reciproca; il suo
 « effetto può divenire insensibile, ed il corpo passa allora allo
 « stato di fluido. Ne' corpi che sono elastici, ella è senza dubbio
 « questa medesima forza secondaria che mantiene le molecole
 « nelle posizioni a cui le addussero delle forze estranee, e
 « che mantiene pure ciaschedun corpo sotto la forma ch'esse
 « gli fecero prendere anche dopo che queste forze cessarono
 « d'agire. Che che egli sia di ciò, la predetta forza seconda-
 « ria è necessaria alla stabilità dell'equilibrio delle molecole
 « ne' corpi solidi. » (1) All'opposto, al credere dello stesso
 Poisson, « i fluidi godono della proprietà di contrarsi e di
 « dilatarsi egualmente in tutti i sensi intorno a ciascheduno
 « de' loro punti; le molecole sono fornite di una perfetta mo-
 « bilità. » (2) Ciò veramente parebbe a primo aspetto segnare
 un limite fra queste due classi di corpi. Intorno a che baste-
 rebbe però il riflettere essere cotali cose riferibili ai corpi con-
 siderati in astratto, e come si conviene alle ricerche de' mate-
 matici; da distinguersi perciò da quelle de' fisici. Concordando
 in fatti l'autore istesso le considerazioni di tal specie colla
 natura reale de' corpi, non manca egli di accennare ad una
 viscosità sensibile in alcuni fluidi, viscosità che impedisce ai
 liquidi l'esercitarsi in essi una pressione eguale in tutti i sensi;
 la quale « può attribuirsi ad una influenza della forma delle
 « molecole sulla loro azione reciproca, potendosi quindi con-
 « siderare i liquidi viscosi in certo modo come intermedi fra
 « i corpi solidi ed i fluidi perfetti » (3); nè certo esistono
 in natura de' corpi dotati di una perfetta fluidità.

32. Le quali cose fin qui discorse riferendosi ai corpi
 solidi, in genere, porta il pregio che ora si getti uno sguardo

(1) Bull. univ. Sc. math. juin 1830, p. 410.

(2) L. c. p. 409.

(3) L. c. p. 412.

sulla costituzione di alcuni corpi considerandoli individualmente. Esistono in vero alcune sostanze il cui passaggio dallo stato liquido allo stato concreto ovvero allo stato aeriforme si fa, come suol dirsi, per salto; al contrario appunto di ciò che si è detto parlando de' corpi in genere. Ciascuno sa operare in tal guisa i cangiamenti di costituzione dell'acqua, del mercurio e di altri corpi ancora, e può dirsi in genere di tutti quelli che cristallizzano pel raffreddamento; il perchè niuna esitanza ci accade d'incontrare nel decidere se questo o quello di tali corpi si trovi in uno o in altro stato; se tal acqua si trovi nella condizione di ghiaccio ovvero di liquido o di vapore. Ciò però non si verifica in tutti i corpi, chè anzi molti soffrono un passaggio graduato dalla solidità alla liquidità; ciò che niuno ignora. Oltre di che nell'avvicinarsi i liquidi allo stato concreto od aeriforme, non esclusi i già menzionati di sopra, acqua, mercurio ec. pare quasi (1) farsi sentire in essi l'influenza della nuova costituzione ch'essi sono per prendere; e, per servirmi delle parole del Berthollet, « nel passare i corpi » dall'uno stato all'altro le dilatazioni partecipano di quelle « che si convengono allo stato che una data sostanza dee prendere. » (2) Altri argomenti di distinzione si notano pure in alcuni corpi, per cui lo stato di solidità è in essi contraddistinto in modo da non lasciare alcuna incertezza. Alcuni umori animali sembrano, al dire di Milne Edwards, vestire la forma globulare ogniquale volta essi rapprendonsi (3); siccome asserisce pure il Turpin. Talune sostanze, e fin qui in vero non se ne conosce che un numero picciolissimo, e la cosa è, anzi che direttamente comprovata, semplicemente dedotta dalla teoria; talune sostanze, io dico, sembrano, nel passare dall'una costituzione all'altra, durare un cambiamento nella disposizione de' loro atomi; tal che, considerati sotto due diverse costituzioni, sono fra loro corpi non identici, ma semplicemente isomeri. Tale è l'albumina animale liquida o rappresa; il che in vero si restringe a pochissimi corpi; ed in questo caso debbesi ciò considerare come un effetto dell'organismo. Tutto questo

(1) Gay-Lussac, V. L'Institut. 1839. n. 288. p. 228.

(2) St. chim. t. 1. § 105. et note viii.

(3) Ann. Sc. nat. t. 9. p. 321. et s.

però non lede in alcun modo alle conclusioni mie intorno all'attitudine delle parti de' solidi a poter concepire alcun movimento molecolare. Conciossiachè se io mi studiai di far conoscere non essere la solidità uno stato assoluto, escludendo così l'idea di una perfetta distinzione fra i corpi concreti ed i fluidi di ogni specie, ciò si fece da me a solo fine di far conoscere che quell'opinione, la quale concede una facile mobilità di parti agli uni, e di una tale facoltà tiene gli altri spogli del tutto, si trova manchevole appunto della sua base, non essendovi linea che parta decisamente questa classe di corpi da quella. Per la qual cosa se all'opposto si giungesse pure a stabilire una linea sì fatta, rimarrebbe non pertanto inconcussa la tesi mia, e tutto ciò che io dissi a prò della mobilità delle parti de' solidi, essendo che due classi di corpi ponno bensì trovarsi in qualche modo scceverate fra loro, e nel modo il più deciso, e serbare intanto alcune qualità comuni. Se io mal non avviso però, noi siamo ben lungi da tanto; imperciocchè quand'anche si abbia a tenere la solidità in alcune sostanze precisamente distinta dalla fluidità, siccome in certa guisa può dirsi di quelle menzionate di sopra, ciò nulla toglie alle considerazioni mie sui corpi solidi in genere, chè anzi esse rimangono in tutta la loro forza, segnatamente in relazione a que' corpi in cui lo stato solido non può dirsi in verun modo determinato. In quanto agli altri ponno aver luogo diverse considerazioni. Se a questi, per godere appunto di una solidità bene determinata, si volesse negare ogni attitudine al movimento molecolare, risponderò che un tale asserto viene contraddetto dal fatto. Essi tutti si dilatano pel calore, restringonsi pel freddo; molti sono duttili, sonori ec.; l'albumina coagulata col tempo si altera ed altre maniere di movimenti molecolari accadono in essa; ciò che le cose che io sono per dire nel progresso dell'opera renderanno vieppiù manifesto. Aggiungerò anzi, che se in tali corpi, la cui solidità non lascia ambiguità alcuna, il movimento molecolare ha effetto, maggiore ragione si avrà di argomentare altrettanto riguardo agli altri. D'altronde ammetterem noi una maggiore stabilità di parti nel ghiaccio, nell'albumina concreta, corpi di una solidità bene determinata, che nell'acido silicico, che gradatamente perde lo stato gelatinoso?

Riducendo quindi alla somma le precedenti considerazioni, si vede, qualunque sia l'aspetto sotto di che si considerino i corpi, niun argomento potersi trarre, il quale ci mostri nella solidità uno stato assoluto e distinto, nè una condizione tale perchè nelle loro parti non possa supporre una qualche attitudine al moto.

NOTE AL CAPITOLO II.

(a) Cangiatosi nelle oscillazioni prodotte dalle onde luminose.

(b) Potrebbero forse oppormi alcuni che quella piccola proporzione di acido carbonico che rimane sospeso nell'atmosfera, per le viste della natura, forma una parte necessaria costituente dell'aria. Oltre che questo modo di ragionare, il quale sente assai del poetico (nè altra è la sentenza del sommo Bacone, *Nov. org. aph. LXV.*), dovrebbero omai bandire dalle scienze; le osservazioni del Vogel (*Jour. de Pharm.* 1823. p. 501.), facendoci conoscere che l'aria che sovrasta ai mari non contiene che pochissimo o nulla di quest'acido, basterebbero ad escludere una tale obiezione.

CAPITOLO III.

Della porosità de' solidi

33. **I**ntorno alla porosità de' corpi sembrando al presente la maggior parte de' fisici concorde in questo, che una maggiore o minore distanza si trovi fra le loro parti, potrebbe forse tenersi superfluo il favellarne. Per la qual cosa se io presi a riferire in questo capitolo le principali opinioni che furono immaginate intorno alla struttura de' solidi, dirò che questo io feci conoscendo che ciò servirebbe certo a chiarire in qualche modo le cose che sono per dire in appresso, e al tempo stesso, prestandomi occasione di prendere ad esame alcuni fatti di assai importanza, questo mi soverrebbe di argomenti valevoli ad escludere talune obiezioni che pur si vollero contrapporre a questa rarezza de' corpi.

34. Si sa avere il Newton, guidato dai fenomeni de' corpi trasparenti, supposti i corpi tutti porosissimi, sì che nel loro interno si trovino assai più pori di quello che si richiede al passaggio della luce; e quindi immaginava egli i corpi istessi composti di particelle separate fra loro da interstizi eguali ad esse, e queste di altre similmente distanti fra loro, e così di seguito, finchè si giunga alle molecole primitive perfettamente solide (1). Così il Le Sage, benchè condotto a ciò da considerazioni estranee alla trasmissione della luce, si fe' a credere che i corpi fossero dotati di una grandissima permeabilità (2). Partendo il Biot da una supposizione poco diversa da quella del Newton, riusciva ad una eguale conclusione, estendendo egli la serie de' corpi da quelli di una perfetta solidità e senza alcun vuoto alla sostanza rarissima delle nebulose (3); sì che egli avvisa ne' corpi che sembrano a noi i più densi, la capacità degl'interstizi sorpassare probabilmente per più migliaia di

(1) Optic. lib. 2. par. 3. prop. 8.

(2) Bib. Univ. S. et A. Août 1816. p. 288.

(3) Trait. de phys. t. 4. p. 124.

volte il volume delle particelle materiali. Poco allontanaronsi da tali principii il La Place e l'Häüy; il primo de' quali crede tutt'altro che assurdo il supporre la densità de'corpi terrestri media fra la densità assoluta e quella dei vapori; ed il secondo, accennando da prima al numero pressochè infinito di pori onde i corpi sono cospersi nel loro interno, riguarda poi come cosa sommamente verisimile ne'corpi stessi prevalere le parti vuote sulle altre, e gli esperimenti e le osservazioni indica egli perchè i fisici sanno addimostrare una tale verità (1). Colle quali opinioni intorno alla porosità de'corpi che compongono la massa terrestre, può convenire finalmente quella ipotesi dell'Herschel: cioè che la massa de'pianeti sia formata dalla materia nebulosa ridotta soltanto alla ventidue millesima parte del suo volume (2); tacendo per amore della brevità di tutti quegli altri e fisici e fisico-matematici, da cui si supposero del pari le parti de'solidi più o meno lontane fra loro; tra'quali mi piace il menzionare soltanto il Poisson, per ciò ch'egli dice nello scritto istesso ripetutamente ricordato di sopra (3).

35. Al Lavoisier, al Berthollet ed all'Häüy istesso parve una prova evidente della porosità de'corpi solidi e del non contatto delle loro parti quel restringersi essi nel loro volume pel raffreddamento. E in vero, come potrebbero le loro molecole avvicinarsi fra loro se non esistesse un intervallo, se esse non trovassero nell'interno de'corpi stessi de'spazi vuoti da percorrere? E poichè (nella supposizione della materialità del calorico) può immaginarsi che questo restringimento si estenda fino allo zero assoluto di temperatura, termine lontanissimo, e certamente inferiore d'assai allo zero de'nostri termometri, ciò basta a farne certi che molti vuoti rimangono tuttavia ne'corpi portati anche alle più basse temperature che noi possiamo procurarci. Interno a che l'Häüy ci fa anzi osservare che, ridotti i corpi allo zero assoluto, non perciò sarebbe a credersi che in tale stato le molecole fossero giunte ad un reale contatto; imperocchè può trovarsi nella loro forma, nella loro disposizione ed in altre circostanze una causa di allontanamento insita

(1) *Trait. élém. de phys.* 1821. t. 1. p. 3.

(2) *Jour. de phys.* t. 77. p. 125.

(3) *Bull. Univ. Sc. math.* juin 1830. p. 394. et s.

nella natura istessa de' corpi (1). Quantunque la predetta conclusione relativa alla distanza delle parti de' corpi fra loro sembri evidentissima, essa fu da alcuni in parte almeno contraddetta. Il Dandolo nelle sue annotazioni al Lavoisier (nota 26.) ed il Prevost (2) (a) ammisero essi pure dal restringersi de' corpi pel raffreddamento doversi inferire la loro porosità, ma non la distanza delle loro molecole. Questa loro opinione meriterebbe un troppo lungo esame, perchè io possa qui occuparmene con qualche estensione, essendo che il farlo mi allontanerebbe di troppo dal mio proposito. Basteranno però alcuni pochi cenni a far comprendere qual peso si abbia a dare alle conclusioni loro. Immaginava il Prevost le molecole primitive de' corpi molto allungate, e suppone che esse possono avvicinarsi ed allontanarsi fra loro come le aste di un compasso, senza che il contatto sia mai interrotto fra loro. Egli è facile a vedersi come la supposizione di una tale figura sia tutt'altro che consentanea a ciò che in generale dai fisici si crede intorno agli elementi de' corpi, e contraria segnatamente alla dottrina dell'Haüy sulla cristallizzazione. Desume il Prevost un'analogia a suo favore dalla spugna, da un frutto secco ec., che, siccome egli dice, dilatansi coll'imbevversì di acqua e si restringono disseccandosi, senza che le parti loro cessino dal trovarsi a contatto. Non sembra però che possa stabilirsi un esatto confronto fra le parti organizzate di tali corpi e le molecole primitive; imperocchè in quelle a buon dritto può supporre la facoltà di piegarsi, di estendersi, di raccorciarsi, di cangiare figura, mentre in queste nulla di ciò può supporre, e ad esse è affatto estranea ogni sorte di alterazione. Poco dissimile è il credere del Dandolo, sì che a ciò ch'egli dice ponno convenire le riflessioni stesse.

36. All'opinione del La Place sulla rarità de' corpi in generale si oppose il sig. prof. G. Belli (3), sembrando a lui inconcepibile quella sì grande porosità de' solidi dal medesimo immaginata; nè sa egli comprendere come le molecole di una goccia di acqua possano rimanere « disperse nello spazio così

(1) *Id.* c. p. 4.

(2) *Ann. chim.* t. 50. p. 58.

(3) *Gior. di fis. ch. di Pavia*. t. 7. p. 110. 169.

« rare, come i pianeti nel sistema solare. » La quale opinione sua sarebbe ora vano il prendere ad esame, imperocchè nell'articolo appunto con che ei rese conto della prima edizione di queste mie Ricerche (1), declinò egli da alcuni de'suoi dettati, dichiarando essersi per lui diminuita l'oscurità che in principio teneva egli venire introdotta nelle nozioni sulla costituzione de'solidi dall'ipotesi del La Place; ed inoltre non trovar egli più sì difficile a conciliarsi la rarità de'corpi col fenomeno della cristallizzazione. Convienesi anzi da lui in riconoscere l'ipotesi del La Place, se non probabile, almeno possibile; e quindi conchiude, che quand'anche si ammetta soltanto una piccola distanza fra le molecole de'corpi, ciò nulla prova a disfavore della mia tesi. Chè anzi in quanto a ciò che può riguardare più d'appresso la mia opinione, in altro suo scritto, del quale egli stesso dà un sunto negli annali delle scienze del Regno Lombardo-Veneto (2), conviene meco riconoscendo la necessità di ammettere un qualche spazio fra le molecole dei corpi, poichè questi pel raffreddamento si restringono nel loro volume (3).

37. Se i corpi solidi fossero veramente costituiti siccome taluno vuole, cioè composti di parti, se non a contatto, almeno poco distanti fra loro, e quindi differendo di poco nella loro densità dalle molecole perfettamente solide, in quelli come in queste si osserverebbe la stessa influenza della figura, forse soltanto d'alcun poco minore ne'primi. Per la qual cosa non avrebbe più luogo che una piccolissima diversità fra l'attrazione newtoniana che si esercita a distanze sensibili, e quella che ha effetto fra le molecole de'corpi; imperocchè passando solo una piccola differenza fra la densità delle masse e quella degli elementi, l'azione reciproca fra quelle e fra questi dovrebbe variare di poco. Avvicinando quindi, a cagione di esempio, due cubi colle loro facce omologhe prima di giungere al sensibile contatto, vedrebbero attrarsi l'un l'altro, come ragion vuole che si creda operarsi tra le molecole elementari.

(1) *Gior. di fis. ch. ec. di Pavia*, D. II. 1. 9. p. 325.

(2) Vol. II. p. 319. V. le sue Riflessioni sulle leggi dell'attrazione molecolare; Milano 1833. p. 86.

38. Altro argomento valevole a provare che le molecole non trovansi a contatto, e quindi a dimostrare la porosità de' solidi, e quello che ci viene suggerito dal Macneven (1). Fa egli osservare che, se gli atomi de' corpi si trovassero al contatto, la loro reciproca attrazione sarebbe tale che niuna forza varrebbe a separarli. E poichè i corpi chimicamente combinati, dice egli, possono essere separati, non sono adunque ad un contatto immediato. Ed in altro luogo verranno in proposito talune considerazioni intorno alla dilatazione de' corpi pel calore; dalle quali ponno desumersi argomenti forse non meno irrefragabili di questo; giacchè da tutto quanto mi occorrerà dire vedrassi che, supponendo le molecole a contatto, e dovendo credere d'altronde che queste si allontanino e perciò si distaccino allorchè quelli aumentano di volume, converrebbe attribuire al calore una attività superiore ad ogni credere, e di più avrebbe a notarsi ne' corpi riscaldati delle proprietà assai diverse da quelle de' corpi freddi; lo che non si avvera.

39. Tra i fenomeni sensibili anche ai nostri sensi, e da quali si vede che i corpi solidi comprendono de' vuoti, il Newton prescelse quelli che ci presentano l'idrofano ed altre sostanze se vengano immerse nell'acqua. Io avviso però che, volendo appunto ricercare argomenti della porosità de' solidi nella loro permeabilità ai liquidi, questo ci si renda, e forse non meno chiaramente manifesto in quel cotanto celebrato esperimento istituito dagli accademici del Cimento; nel quale si vide l'acqua trasudare attraverso delle pareti di una sfera d'argento; esperimento confermato anche dalle ricerche del Muschembroek. Questi, avendo tentato analoghe osservazioni su alcune sfere di piombo e di stagno della spessezza di $\frac{3}{10}$ di pollice piene di acqua, ed essendo state queste assoggettate da lui ad una forte compressione, osservò l'acqua trapelare dalle loro pareti (2). Ed altrettanto si ha a dire di quanto viene riferito da G. Hall; il quale asserisce che, avendo egli racchiusa della lega di Darcet in un tubo di ferro, ed esposto questo ad un fuoco alquanto forte, la lega istessa incominciò a

(1) Jour. de phys. 1821. p. 376. §§1.

(2) Tent. exp. nat. cap. in ar. del Cimento, cum comment. Pet. van Musschembroek, Lugd. Bat. 1731. P. II. p. 64.

gemere da quello, prima in piccole stille, e poscia ne usciva in getti continui. Ma vieppiù conchiudente ancora riuscirebbe il fatto seguente, poichè una tale permeabilità manifesterebbesi in uno de' minerali i più duri e compatti, ov'esso non lasciasse luogo a qualche incertezza. È questo ciò che viene riferito dal Brewster; il quale asserisce che quel fluido espansibile da lui rinvenuto nelle cavità del topazio, allorchè questa pietra veniva riscaldata, svolgevasi attraverso della pietra stessa (1). Di che può con fondamento dubitarsi essere stata cagione una qualche fenditura impercettibile all'occhio; tanto più che il D.^r Hope, come si dirà altrove, vide un fluido, forse analogo al predetto, contenuto nel quarzo, nella sua espansione cagionata dal calore, dar motivo alla rottura del cristallo in cui era racchiuso, anzi che uscirne nel modo menzionato dal Brewster. E che i solidi in genere, od alcuni almeno, non differiscano dai liquidi per una maggiore compattezza o vicinanza di parti, si rende chiaro eziandio osservandosi che vari corpi, e segnatamente l'acqua, aumentano nel loro volume allorchè divengono concreti. La quale dilatazione dell'acqua nel congelarsi ella è cosa che si ha a tenere in conto di notevolissima, imperocchè essa prende perciò un volume più grande di quello che essa abbia alla temperatura dell'ebollizione: le parti cioè dell'acqua si trovano ad una distanza maggiore nel ghiaccio, che nell'acqua bollente (c).

40. I fenomeni del calore e della luce, limitandomi per ora a considerare il loro modo di trasmissione, per prendere poi in altro luogo ad esame il movimento cui essi danno cagione ne'corpi sottoposti all'influenza loro; questi fenomeni, io dico, possono venire in appoggio del mio assunto. Attenendomi per ora a quelle teorie in cui riguardansi tanto il calorico quanto la luce siccome due sostanze di loro genere, il passaggio che quasi tutti i corpi, e segnatamente i metalli, concedono al calorico che si diffonde nelle loro masse e le attraversa; e del pari la facilità e rapidità con che la materia della luce si fa strada pe'corpi trasparenti; bastano ad attestarci la rarità somma delle parti dei corpi i più densi e più duri. Accennava io già in principio di questo capitolo come il Newton ed il Biot fos-

(1) Bull. Univ. Sc. math. juil. 1829. p. 49.

sero tratti alla conclusione istessa dalla considerazione de' corpi diafani. E poichè a tale proposito mi si obbiettava la facoltà che hanno alcuni corpi di concedere un libero passaggio alla luce indicare bensì la loro particolare disposizione, non mica la rarità delle parti (1); dirò che ad escludere una tale obiezione vale soltanto il riflettere a ciò, che qualunque disposizione vogliasi immaginare negli atomi di tali corpi, se essi non sieno distanti fra loro, nè la luce, nè altro corpo potrà aver adito in fra di essi; per lo che la conveniente disposizione e la distanza si rendono egualmente necessarie.

41. Nè meno chiari argomenti ponno rinvenirsi all'uopo nella teoria delle ondulazioni già ricordata a suo luogo. Imperciocchè se nell'interno de' corpi solidi trasparenti si debba supporre quel fluido, cui si diede il nome di etere, sommamente raro, sommamente elastico, disposto in serie non interrotte, capace di muoversi rapidissimamente, e per mezzo del quale le onde luminose possono propagarsi, ciascuno comprende conseguitare da ciò, quantunque per opposta via, quella conclusione istessa cui si pervenne co' principii newtoniani. « La « trasparenza de' corpi, dice il Lacroix, dipenderà allora da « una struttura interna, che permetterà alle vibrazioni del fluido « esterno, ricevute ad una delle superficie de' corpi, il tra- « smettersi all'altra superficie in un modo più o meno com- « pleto; e ciò mediante le vibrazioni del fluido interno » (2). Il perchè si vede anche secondo questa teoria doversi a un tempo ammettere e la rarità e la conveniente disposizione di parti siccome condizione necessaria perchè i corpi concedano un libero passaggio alle onde luminose, e tale essere l'opinione di questo illustre fisico.

42. E se tutto ciò vale pe' corpi trasparenti, ed a chiarire in essi una cotale rarità di parti, come che unita ad una convenevole disposizione, egli sembra a me che in quanto alla prima di tali condizioni ci sia facile il trasportare questa conclusione istessa ai corpi opachi eziandio. In fatti egli sarebbe contrario alla ragione il supporre che questa sì fatta rarità abbia luogo, a cagione di esempio, nelle parti trasparenti di un' agata

(1) Bib. Ital. n.º 33. p. 381.

(2) Dict. Sc. nat. t. 27. p. 348.

e non nelle parti opache di questa pietra, se d'altronde la stessa durezza, lo stesso p. sp., si trovano nell'una e nell'altra (*d*). E d'altro esempio non meno convincente ci soccorrono le diverse specie di vetro paragonate fra loro; essendo che sappiamo noi eguale, se non maggiore, trasparenza trovarsi nel *flint-glass* che nel vetro bianco, quantunque il primo abbia una densità maggiore mercè l'ossido di piombo in esso contenuto (*e*). La quale poca o niuna discrepanza fra la densità de' corpi diafani e quella degli opachi deducesi pure dal vedersi che alcuni corpi passano dall'una apparenza all'altra, siccome per esempio si nota ne' vetri rapidamente o lentamente freddati; ne' cristalli di zolfo ottenuti per la fusione; i quali in capo a due o tre giorni perdono la loro diafaneità. E tutto questo si opera senza che la gravità di tali corpi si alteri sensibilmente, o si alteri in modo da corrispondere a quella differenza che dovrebbe passare fra un corpo poroso, supposto capace di dare passaggio alla luce, ed un corpo compatto che vi si opponga (*1*).

43. E poichè or ora si fece parola dell'etere che si suppone interposto nella massa de' solidi, gioverà il dire che il Fresnel, uno di que' fisici, cui questo ramo della scienza debbe importantissime ricerche, avvisa non solo poter esso penetrare l'intera massa della terra, e formare delle correnti fra le sue molecole; ma porta egli eziandio la sua supposizione fino a credere che la massa della terra istessa sia cotanto porosa, che non possa comunicare a quest'etere che una parte piccolissima del suo movimento (*2*). E questa opinione di lui può in qualche modo convalidarsi per le seguenti considerazioni. Ammettono ora gli astronomi che per l'esistenza di un mezzo resistente, il fluido universale, attraverso al quale circolano i pianeti, i corpi planetari tutti ed i loro satelliti debbono alla per fine cadere nel sole, ciò che in vero, ammessa l'esistenza di questo mezzo non può a meno di concedersi. Ora sapendo noi, come si dirà in seguito, per le indagini del La Place, che la durata del giorno è pervenuta ad uno stato quasi permanente, se dai giorni d'Ipparco in sino a noi essa non è diminuita di

(1) V. Guyton Morveau, Ann. chim. t. 73. p. 13.

(2) Ann. ch. et phys. t. 9. p. 57.

$\frac{1}{100}$ di secondo decimale, convien credere che la terra non trovi che una resistenza picciolissima nel suo corso. Nè è chi non veda che ciò si rende per noi vieppiù esplicabile ammettendosi col Fresnel la permeabilità della massa terrestre, come da lui si suppone. E certamente, comechè nelle epoche della natura l'intervallo di tempo che corre tra il fisico greco e il La Place non sia che un tratto brevissimo, esso è tale però da valutarsi da noi a quest'uopo. E se mi accaderà di far conoscere come forse una diminuzione, minore però del limite fissato dal La Place, sia avvenuta nella durata del giorno, ciò si debbe ascrivere, più che ad altro, al raffreddamento secolare della terra.

Esclusa così la densità de' corpi solidi ed il contatto delle loro molecole, e riconosciuta in vece la loro somma porosità; in che pure convengono i fisici i più rispettabili; e tolta perciò quella difficoltà al moto molecolare che alcuni vollero trovare nella ristrettezza in cui essi credono starsi le parti costituenti de' corpi stessi; su tali principii mi farò strada a ben conoscere come questo moto non sia altrimenti contrario alla natura de' solidi.



NOTE AL CAPITOLO III.

(a) Nella prima edizione di questo mio libro io feci qui menzione di quella opinione del Nobili, da lui esposta nella sua *Meccanica della materia* p. 103. Se ora io mi astengo dal combattere quanto dicevasi da lui, questo è perchè egli stesso rinunciava ad una tale dottrina, siccome questo illustre fisico italiano, per quello amore della verità che sempre lo distinse, scriveva già a me; e consigliavami a non dare ad essa alcun peso allorchè avrei dato opera a pubblicare di nuovo queste mie Ricerche.

(b) In questo scritto medesimo egli propone però nuovamente quella difficoltà ch'egli espose già altra volta riguardo all'ipotesi del La Place: cioè, « che una sì grande distanza (come si suppone nell'ipotesi predetta) « fra le molecole dei corpi proibirebbe quel grande ravvicinamento delle « superficie di due corpi, dal quale si fa dipendere il grande aumento « dell'effetto della gravitazione. » (p. 295.)

(c) Il ghiaccio ha un p. sp. = 0,916 (Berzelius, Tr. de Chim. t. 1. p. 402), = 0,9058 Osaon (Edinb. new phil. Jour. n. 27. p. 197), o secondo altri (Belli, Fisica t. 1. p. 230) = 0,930. L'acqua non dilatandosi dallo zero a 100° che di 0,012 del suo volume, l'acqua liquida al grado dell'ebollizione avrà un volume = 1,012, supposto il volume dell'acqua liquida a zero = 1,000. Donde ricavasi essere la densità o p. sp. dell'acqua bollente = 0,988; maggiore perciò di quella dell'acqua a zero e solida, qualunque si voglia prendere de' valori predetti.

(d) Vedasi a tal uopo il Brisson (*Pes. spec. des corps*, p. 297); ove si dice che di una piccola quantità differiscono le densità delle varie sorti di agata, benchè esse distinguansi notabilmente per la loro trasparenza. L'agata orientale la più trasparente, per esempio, ha un peso specifico = 25901; l'agata diasporizzata = 26356.

(e) Vetro bianco o cristallo di Francia, p. sp. 28922, cristallo di Boemia, 23959; *flint-glass* 33293. (Brisson l. c. p. 327. 328.)

CAPITOLO IV.

Lo stato solido non è incompatibile col moto molecolare

44 **S**i fe' comunemente consistere lo stato solido nella densità e ristrettezza delle molecole, e questo si fu che portò la maggior parte de' fisici ad avisare un tale stato assolutamente incompatibile con quello di moto. Ed egli converrebbe per lo appunto che le parti de' solidi si stessero in sì fatta condizione di ristrettezza, perchè il moto, ovvero la idoneità al moto, avesse a credersi incompatibile colla loro costituzione. Dirò altresì che quand' anche le parti de' solidi trovassersi in uno stato di densità assai minore di quello che da molti tuttavia si crede, basterebbe a togliere ad essi ogni attitudine al moto molecolare l'essere esse contenute da un perfetto ed invariabile equilibrio. Io avvertiva di sopra quali spazi si trovino fra le loro molecole, quanto rare anzi si estimino le loro parti materiali; e tutto ciò in somma che si è detto favellando della porosità de' solidi, è quanto basta a mio credere ad escludere le obiezioni che vogliono trarsi dalla densità, e quindi a farci superare quella forte ripugnanza che, affidandoci più ai nostri sensi che alla considerazione sulla natura di tali corpi, proviamo nello immaginare che queste parti possono muoversi e si muovano realmente, sì che tale idea ci sembra strana. Per la qual cosa io stesso consento essere uopo di tutta la forza della ragione per convincerci all'opposto di ciò che una superficiale osservazione ci persuade. Mi sia quindi permesso il richiamare al pensiero ciò che io dissi intorno alla stretta relazione che passa tra i solidi ed i corpi molli e liquidi, ed alla serie quasi indefinita che comprende tutti, dai corpi i più rari possibili a quelli perfettamente solidi. Conciossiachè, se niuna ripugnanza si prova ad ammettere un movimento nelle parti degli uni, ci sarà facile il trasportare l'idea medesima agli altri.

45. Quella invariabilità di equilibrio e di situazione nelle parti de' solidi, testè menzionata siccome valevole ad impedire

ogni moto molecolare, egli è ciò che pertanto rimane qui ad escludersi. Al quale effetto primieramente mi varrò di quanto dice il Fresnel: cioè che « conviene concepire le molecole « de' corpi non già come fisse in un modo invariabile nelle « posizioni ch'esse occupano, ma come sospese mediante alcune « forze che si fanno equilibrio in tutti i sensi. » (a). Col quale principio concorda ciò che si dice dal Biot, favellando delle forze di attrazione e di ripulsione che risiedono ne' corpi; il che mi sembra degno di essere ricordato: cioè che le particelle dei corpi, composte fra loro in quello stato di equilibrio che risulta dalle forze predette, le quali si compensano fra loro, oscillano poi a norma che in su di esse agiscono le cause esterne, ora in questo ora in quel senso, come gli astri del nostro sistema, che del pari oscillano nella variabile elitticità delle loro orbite, senza che l'ordine del sistema istesso si turbi (1). Poste le quali cose, egli è facile a vedersi che il moto delle parti avrà effetto, e necessariamente, ogni qual volta una causa intervenga, qualunque essa siasi, la quale valga a turbare un tale equilibrio. E poichè tra le forze da cui questo proviene si hanno certo a noverare il calore, l'affinità e l'elettricismo, qualunque sia la dottrina cui piaccia seguire intorno alla dipendenza di quella da questo, una qualunque alterazione in tali forze basterà a cagionare un moto fra le parti stesse. Il che verrà meglio eliarito per le cose che sono per dire in appresso, e segnatamente ove mi occorrerà il far conoscere concordevoli in su di ciò que' principii che illustri matematici posero a fondamento delle loro investigazioni analitiche, le quali hanno per oggetto lo stabilire le leggi di equilibrio e di moto ne' corpi elastici. Fra questi, per restringermi ai più recenti, basterà il menzionare i Poisson, i Cauchy, i Navier, la Signora Germain. E così vedrassi nel seguito quali effetti si possono attribuire alle oscillazioni, benchè picciolissime, cagionate da tali alterazioni di forze.

46. E qui viene in acconcio il dire la predetta teoria del Fresnel potersi considerare analoga a quella del Boscovich; imperocchè da quanto si è detto si vede, che quelle che egli chiama *posizioni di equilibrio* corrispondono, almeno in quanto

(1) Trait. de phys. t. 1. p. 5.

ai risultamenti ed agli effetti, ai *limiti delle attrazioni e ripulsioni* di quest'ultimo. Il Boscovich in fatti, nello immaginare quella curva per la quale egli ebbe in animo di rappresentare le due opposte forze di attrazione e di ripulsione a cui sottostanno a un tempo le parti de' corpi, non solo si guardò dal supporre un solo punto in cui queste due forze possano bilanciarsi; ma al contrario egli ammise esservi un numero indefinito di tali punti, ch'egli denomina, siccome si è detto, *limiti delle attrazioni e ripulsioni*, nello spazio che separa due molecole di un corpo coerente.

47. La considerazione de' corpi elastici, de' corpi duttili e pieghevoli ci porta veramente ad una tale conclusione, od almeno questa teoria si adatta sì perfettamente ai fenomeni ch'essi presentano, da non lasciare difficoltà veruna. Ne' corpi elastici, quali vengono considerati anche dal La Place (1), le molecole, soffrendo uno spostamento infinitamente piccolo, tendono a tornare alla loro primiera situazione. Ne' corpi cedevoli, come avviene ne' metalli duttili e malleabili, ed in generale in tutti i corpi atti a prendere una nuova figura per la pressione, le molecole, passando dall'uno all'altro di questi limiti o posizioni di equilibrio, non presentano quella tendenza che si è detta de' primi. E ciò che vale sopra tutto a mostrare la verità delle supposizioni del Boscovich e del Fresnel, si è il vedere niun corpo essere affatto spoglio di elasticità; niuno perfettamente elastico. E in vero la cosa deve andare così; imperocchè innanzi che le molecole de' corpi cedevoli passino da un nodo all'altro della curva, o dall'una all'altra posizione di equilibrio, debbono negl' intervalli fra l'un nodo e l'altro, o fra l'una e l'altra posizione, essere animate da una tendenza a riprendere la primiera situazione relativa. E viceversa non v'ha corpo perfettamente elastico, poichè se si giunga a portare le molecole da un nodo all'altro, debbono quivi arrestarsi, anzi che mostrare tendenza a tornare al loro primiero ordinamento. E finalmente accade la rottura de' corpi, le condizioni di cui, siccome osserva il Navier (2), si *deducono facilmente da quelle della flessione*. « In fatti, dic'egli, la rottura accade

(1) Exp. du Syst. du monde p. 317.

(2) N. Bull. phil. 1823. p. 101.

« allorchè le molecole situate alla faccia convessa (di una « lamina piegata) sonosi allontanate al di là di un limite « dato, che dipende dalla natura fisica di un corpo. » Indipendentemente dalle teorie di sopra indicate, benchè esse si vedano convalidate da' fenomeni dei corpi elastici e dei corpi cedevoli; indipendentemente anzi da ogni ipotesi o teoria, queste due classi di corpi di per sè ci manifestano abbastanza non costituire la solidità uno stato incompatibile col moto di parti. E in vero, se ciò fosse, i corpi pieghevoli egualmente che gli elastici, anzi che cedere ad una qualunque forza la quale tenda ad alterare la loro figura e quindi la disposizione delle loro parti, si romperebbero. E ne' corpi elastici debbesi inoltre considerare e il primo cedere delle loro parti alla forza che tende a spostarle, ed il ritorno che queste istesse parti fanno alla prima situazione; in quest' ultimo manifestandosi evidentemente una forza che, indipendentemente da ogni causa esterna, dipendente bensì da una forza insita ne' corpi stessi, vale a portare di nuovo le parti a quello stato, a quelle posizioni di equilibrio che loro si conviene; su di che avrò occasione di favellare più a lungo in uno de' capitoli seguenti.

48. Se da un lato nè la pretesa densità de' corpi solidi e nè tampoco lo equilibrarsi delle loro parti è quanto basta a rendere impossibile il moto fra le parti stesse, sì che la natura de' solidi sia incompatibile col movimento delle loro parti; nè in vero cotali condizioni sarebbero da tanto, imperocchè veggiamo che quelle parti, non solo sono distanti fra loro, ma che il loro equilibrio è variabile; dall'altro lato la considerazione della natura e delle proprietà di queste istesse parti ci confermerà in tale credenza e ci farà vedere come esse debbano tendere al moto. Al qual fine basterebbe forse il dire che, come lo stato di due molle che si tendono a vicenda con forze uguali, così quello per cui le parti de' corpi solidi stanno in un apparente riposo, consiste in un equilibrio od elisione di forze opposte (1); lo che concorda a mio credere co' principii del Lagrangia riguardo all'equilibrio delle potenze, che in tal caso si trovano in ragione inversa delle velocità virtuali. Ammesso un tale principio, si avrà a conchiudere per queste forze medesi-

(1) *Enc. art. Force.*

me, benchè esse bilancinsi fra loro, le parti essere necessariamente dotate di una continua tendenza al moto, di un *nisus*, che in esse non si estingue giammai. Non potrebbesi quindi ammettere una quiete, una assoluta immobilità di parti, in corpi in cui le parti istesse tendono al moto, mentre nè la densità, nè l'equilibrio, mi si permetta il ripeterlo, come ho fatto vedere di sopra, sono valevoli sì da impedire una tale tendenza. E poichè questa legge de' corpi, alla conoscenza di cui poterono giungere i matematici per le loro considerazioni, prevenendo ciò che in seguito avrebbe la fisica per altre vie fatto palese, può ora ridursi all'equilibrio delle azioni attrattive e repulsive che risiedono ne' corpi (determinate o in qualunque altra siasi maniera modificate dall'elettricità e dal calore), per l'una delle quali le parti si attraggono e per l'altra si respingono; egli è facile a comprendersi che ogni qual volta una di queste opposte forze soffra una qualche alterazione nella sua intensità, dovrà un reale movimento effettuarsi. Ed esse sono queste forze tutt'altro che invariabili nella intensità loro; imperocchè venendo esse, come si è detto, modificate dal calore e dall'elettricità, il primo de' quali ebbe perciò presso taluni il nome di moderatore della coesione; e la seconda potendo, come il sa ognuno, non solo diminuire od accrescere le affinità, ma eziandio inverterne l'azione (V. § 100.); basterà che l'una di tali circostanze si cangi perchè le forze predette abbiano similmente ad alterarsi, e quindi l'equilibrio loro si turbi. Nè a mostrare come le due predette circostanze vadano ad ogni istante ora accrescendosi ora diminuendo, occorrerà certo che io qui spenda molte parole, dicendosene quanto occorre in altro luogo di questo libro, ed essendo cosa cui niuno ora vorrebbe rievocare in forse.

49. E poichè mi occorre far parola di quel *nisus*, da cui io avviso essere comprese le parti de' corpi tutti, e a cui non sembra la maggior parte de' fisici aver posta bastante attenzione; nè volendo lasciare di convalidare in qualche modo l'esistenza di questa forza o tendenza nelle parti de' corpi, porta il pregio che qui si dica, le forze morte del Leibnizio, poscia con tanta profondità di sapere tolte ad esame dal Lagrangia, per lo che esse ora costituiscono una delle basi principali della meccanica; l'inerzia del Boscovich, ben diversa da quella quiescibilità, cui

da altri si è dato un tal nome (*b*); porterà a riconoscere nelle molecole de' solidi questo *nisus*, che debbe necessariamente escludere l'idea di un perfetto riposo e d'immobilità. Per le forze morte un corpo pesante, dicesi, preme sul piano sottoposto che lo sostiene; il che certamente può ridursi al peso universale ed all'attrazione. Il Newton stesso disse che per l'azione della gravità esso cade se il piano sottoposto si tolga (1). Ma questa forza per cui in tutte le parti del corpo esiste una tendenza a discendere, e quindi al moto, non solo si esercita sul piano che lo sostiene, ma eziandio fra le parti di questo corpo, cioè nelle superiori sulle inferiori. In fatti, come io feci vedere a suo luogo, una verga di ferro si raccorciasse se si appoggi sull'estremità inferiore, imperciocchè le parti superiori tendono verso le altre; il perchè si ha a dire questa forza riuscire ad effetto, anzi che limitarsi ad una semplice tendenza. Dalla quale considerazione dobbiamo concludere che quel conato o *nisus* sussiste realmente ne' corpi; e sussiste non già come una forza puramente virtuale, se la sua azione si rende efficiente. E se pure non vogliasi per lo appunto a questo *nisus* attribuire que' fenomeni delle lagrime bataviche e delle bottiglie di Bologna; dirò bensì che, attenendomi all'etiologia che da molti fisici si assegna a' fenomeni stessi, per la tensione che supponesi nelle loro parti più interne, per la resistenza che ad esse oppongono le esteriori, e per gli effetti che ne provengono tosto che quest'ultima si tolga, sì che, rotto l'equilibrio, i corpi predetti si frangono spontaneamente; esse rappresentano almeno tutto quanto per le cose fin qui discorse si volle da me indicare intorno ai corpi in generale ed alle forze che in essi si operano. In ogni modo ci fanno esse conoscere come in fatti possano ne' corpi sussistere delle forze che, bilanciandosi tra loro, simulino un perfetto riposo; il quale poi cessa tosto ove si alterino le forze istesse nella loro energia relativa. E ciò è conforme a quell'opinione ultimamente espressa dal Berzelius (2) e seguita dal Fournet (3); per la quale si ammette in alcuni corpi uno stato forzato nella disposizione delle loro molecole, una tendenza spon-

(1) Princ. math. t. 1. p. 4. nota (d).

(2) Trait. de chim. t. 4. p. 574.

(3) Ann. ch. et phys. t. 53. p. 239.

tanea al dimorfismo od all' isomeria; perchè, come si avrà a dire in seguito, alcuni minerali tendono o a decomporli, a perdere la loro coerenza, o a vestire altre forme; per la qual cosa, ammesso un tale principio, si avrà a riconoscere ne' corpi solidi una nuova cagione di moto molecolare.

50. Si è di sopra fatto parola della inerzia, quale essa viene concepita dal Boseovich. Merita quindi che io qui mi trattenga alcun poco intorno a ciò che di questa proprietà della materia e de' suoi effetti disse questo insigne matematico, uno di quelli che meno degli altri involse le sue considerazioni e di speculazioni metafisiche e della prevenzione delle scuole. Dopo di aver egli detto nel suppl. XIII. al lib. I. dello Stay (1), che nè per esperimenti, nè col raziocinio potrebbesi stabilire se la forza d'inerzia sia rispettiva riguardo ad uno spazio supposto mobile; ovvero assoluta; e che la prevenzione ha portato i fisici a pensare altrimenti; dic' egli in seguito (n. 132.). . . *vim inertiae appellabo determinationem, quam habet corpus quiescendi vel movendi se uniformiter in directum respective respectu ejus spatii, nisi alia aliqua vis cogat mutare ejusmodi statum, sive ejusmodi determinatio sit insita ipsi naturae corporis, vel potius extrinseca, et ab arbitrio conditoris pendens.* Nella sua *Phil. natur. theoria* (p. 4.) egli poi così si esprime VIII. *In hisce punctis admitto determinationem perseverandi in eodem statu quietis vel motus uniformis in directum in quo semel sint posita, si seorsum singula in natura existant; vel si alia alibi existant puncta, componendi per notum, et communem methodum compositionis virium, et motuum, parallelogrammorum ope, praecedentem motum cum motu, quem determinant vires mutuae, quas inter bina quaecvis puncta agnosco a distantis pendent, et iis mutatis mutatas, juxta generalem quandam omnibus comunem legem. In ea determinationem stat illa, quam dicimus, inertiae vis, quae, an a libera pendeat supremi conditoris lege, an ab ipsa punctorum natura, an ab aliquo iis adiecto, quodcumque istud sit, ego quidem non quaero; nec vero si velim quaerere, inveniendi spem habeo; quod idem sane censeo de ea virium lege, ad quam gradum*

(1) *Phil. recent. lib. 1. ver. 1435 §. 128;*

jam facio. IX. Censeo igitur bina quaecumque materiae puncta determinari aequè in aliis distantibus ad mutuum accessum, in aliis ad recessum mutuum, quam ipsam determinationem appello vim, in priore casu attractivam, in posteriore repulsivam, eo nomine non agendi modum, sed ipsam determinationem exprimens, undecumque proveniat. Dalle quali cose si vede che, stando i suoi principii, l'inerzia stessa, quale egli la considera, porterebbe le parti de' corpi al moto, facendo parte di essa l'azione reciproca delle parti: che è quanto dire l'attrazione. Così nel suppl. II. *De motu materiae necessario* al lib. I. dell'opera suddetta, come indica il titolo istesso di questo supplemento, egli dice che egualmente co' principii del Newton e con quelli del Leibnizio e de' peripatetici dobbiamo convincerci del continuo moto delle parti della materia, soggiungendo: *Ego quidem censeo nullum esse materiae punctum, quod perfecte quiescat.* In fine egli conchiude: *Interea hic illud adnotabo tantummodo, numerandam non esse, exclusa possibilitate quietis puncti cujusvis materiae, quiescibilitatem inter naturales materiae ipsius proprietates.* Egli mi è piaciuto riferire quest'ultimo passo onde escludere l'obiezione che forse, appigliandosi strettamente alla parola, potrebbe porsi in mezzo: cioè che il Boscovich istesso si vide forzato ad ammettere l'inerzia; mentre da questo passo appunto più chiaramente che da altro rilevasi quanto sia egli lontano dall'opinione comune su questa proprietà della materia.

51. Oltre le quali cose gioverà il riferire le considerazioni di altri insigni fisici e diligenti osservatori delle cose naturali, siccome sono il Rumford, il Bufalini ed altri, che, come già si accennava da me nel cap. I., sono dirette a far conoscere l'insussistenza di questa tanto proclamata inerzia, ed a sceverare le menti da una sì fatta credenza; in su di cui posano quindi false conclusioni. Il Rumford, in uno di que' scritti in che intese egli a combattere l'esistenza del calorico come un essere reale, così conchiuse: « Se dunque i corpi solidi o fluidi hanno una « facoltà qualunque o d'impulsione o di resistenza, egli mi « sembra più ragionevole l'attribuirle alle *forze vive* esistenti « in essi, od a movimenti che non cessano mai nelle loro molecole costituenti, anzi che darsi a ricercarne la causa nella « loro mancanza di forza o indifferenza perfetta al moto ed

« alla quiete. » (1) Riferirò pure colle parole sue istesse quanto intorno a ciò si dice, ed assai più conchiudentemente dal Bufalini « In tutti i tempi della filosofia, dic'egli, si è posta distinzione tra forza e materia, e quest'opinione ell'è trapassata nelle menti di tutti, comechè non abbia giammai avuta alcuna dimostrazione, imperocchè la materia si è supposta, ma non provata di natura inerte, o non atta per sè ad azione o a mutazione di stato qualunque, per cui dalla forza si è pensato derivarle ogni sua attività. » (2) E se a tali pensamenti mi sia permesso aggiungere altre mie considerazioni, dirò primieramente come dall'inerzia appunto de' matematici, cioè dalla perseveranza de' corpi nel moto e nella quiete, abbia a dedursi la non indifferenza della materia. Prendendo a considerare la seconda di tali proprietà, cioè la perseveranza nella quiete, siccome quella che in sè racchiude minori difficoltà (le quali riguardo alla prima dipendono dalla oscurità in cui siamo intorno alla comunicazione del moto), se si supponga un corpo che posi su di un piano, sa ciascuno come esso presenti della resistenza allorchè si tenta smuoverlo. Ma una tale resistenza procede, non già da indifferenza, chè questa anzi farebbe ch'esso cedesse senza reazione veruna; ma bensì dalla sua gravitazione, per la quale esso agisce sul piano istesso, o più precisamente dall'essere esso attratto dalla massa terrestre e viceversa; intorno a che avrà luogo il rammentare ciò che si disse di sopra (§ 49.) segnatamente intorno all'opinione del Newton (c). Una forza adunque è quella perchè il corpo preme sul piano, quella onde il suo riposo viene determinato (d), quella in fine che si ha a vincere per imprimere in esso un moto qualunque; nè l'indifferenza può costituire una forza. L'inerzia o indifferenza della materia e de' corpi è una delle opinioni che vengono sempre più profondamente impresse nella nostra mente per l'osservazione giornaliera; osservazione però mal ponderata; il perchè gioverà appunto l'accennare alcuni di que' fatti, i quali, ove siano considerati con occhio veramente filosofico, anzi che trarci in errore, ci menano ad una conclusione diametralmente opposta. Eccone alcuni che io volli

(1) Bib. Brit. S. et A. L. 2^a. p. 295.

(2) Patol. anal. t. 1. p. 16.

prescegliere siccome quelli che il più sovente ci occorrono, e che ognuno può ripetere, se pure occorra il farlo. Se voglia lanciarsi un proiettile qualunque, per esempio, una pietra, essa va, dicesi, ove la mano la scaglia, anzi che prendere una direzione diversa. Il fatto però non procede veramente siccome si annunzia. Nel lanciare un tale proiettile il fisico guidato dalla teoria, l'ignaro dall'esperienza, calcolano, e quest'ultimo senza avvedersene, la curva parabolica ch'esso debbe descrivere. Anche il meno istruito sa bene ch'egli dee mirare ad un punto più elevato del bersaglio ch'ei si avvisa percuotere. La pietra dunque non segue la linea retta, la tangente della fionda, la via che sarebbe prescritta dalla forza impellente che la vibra, ma una curva la quale risulta e dalla forza suddetta o forza momentanea, e dall'altra forza o forza centrale, che è propria della pietra stessa, cioè la sua attrazione colla terra. È questo il fondamento capitale di tutta la balistica. Dicesi pur anco che un corpo inanimato rimane ove si pone. Ciò è falso; od al più si verifica soltanto allorchè si soddisfa ad alcune condizioni. L'esperienza agl'idioti, l'esperienza e la teoria agli altri ha mostrato il modo di porre tali corpi in quella posizione in che essi possono veramente rimanere. Se si faccia altrimenti, se il centro di gravità non cada sulla base, s'esso non trovi un fulcro adeguato, prenderà di per sé quella posizione che più gli conviene. Il volgo dunque che tiene i corpi come inerti e indifferenti, mentre ei si pensa agire riguardo ad essi secondo un tale principio, senz'avvedersene si regola in vece in tali bisogni avendo sempre presente al pensiero la non indifferenza della materia; il fisico di più calcola questa non indifferenza. Ed egli è veramente cosa da maravigliarne, che mentre formasi di ciò un elemento del calcolo, dai più, anzi dalla generalità, non si avverta poi alla ragione che comanda un tal modo di valutare le forze. Tanto può l'abitudine anche sulle scienze le più precise! In fine, oltre tante altre considerazioni che sarebbe facile recare in mezzo a tal uopo, non basterebbe egli a convincerci pienamente questa sola; essere l'indifferenza una supposta proprietà negativa? (e) E se pure vi sia chi di tali ragioni non voglia tenersi pago al tutto, a cotesti chiederò io, come in vero potrebbesi ragionare tanto fondatamente, come molti pensano di fare, intorno alla natura della materia, e su questa

fondare i loro argomenti per negare ad essa ogni tendenza al moto? se questa, a ben ponderare la cosa, non è che un essere di ragione, una sorte di appoggio da noi ideato alle qualità sensibili de' corpi, in fine una nostra mera supposizione. Vediamo in fatti i fisici i meglio considerati (1) tenersi lungi dallo stabilire alcuna cosa sulla materia e sulla sua esistenza; chè anzi rimandano essi una tale disamina alle oziose ricerche de' metafisici; il perchè si vuol ricordare segnatamente ciò che nel *Dictionnaire des Sciences naturelles* si contrapone alla voce materia: « termine astratto, atto ad indicare ciò che è « comune a tutti i corpi, che non può definirsi; » nè ivi, quantunque si noverino le qualità anche meno generali de' corpi, si fa menzione dell'inerzia. (f) Benchè tali ragioni non possano a meno di riuscire pienamente convincenti presso tutti quelli in cui vive un candido amore della verità, concederò per un istante a coloro, cui piace a tutt'altro fine sostenere alcuni principii, essere la materia un essere reale (g), la sostanza fondamentale di tutti i corpi; lo che al certo può essere e forse è in realtà. Non per tanto rimarranno a vincersi due ostacoli, e che io tengo insuperabili, per poter giungere a conoscere la materia in modo da essere noi in istato di giudicarne rettamente. Il primo di questi consiste in ciò che la materia, uel modo in che la si suppone, non può formare il soggetto delle nostre sensazioni, e quindi non possiamo concepire di essa alcuna idea (h); essa è dunque e sarà sempre per noi un essere incognito. Il secondo ci mena ad una conclusione del tutto conforme, ed esso procede da un principio non meno inconcusso: cioè dal non conoscere noi la natura delle cose che per comparazione; per la qual cosa essendo la materia, come parimente la si suppone, un essere universale, noi non potremo mai comprenderla, poichè noi, non avendo nè potendo avere idee (o come altri direbbe immaginare) che di quegli esseri in che appunto si presuppone la sua esistenza, non possiamo istituire un tale confronto (i). Dopo di che, come si vorrà giudicare della materia e con tanta asseveranza, se, come ho detto, noi non la conosciamo?

(1) Ved. Biot, *Trait. de phys.* t. 1. p. 1.; Pouillet, *Élém. de phys.* t. 1. p. 5. Bailly *Man. de phys.* §. 3.

52. Tutte le quali cose fin qui considerate intorno alla inerzia ed alla indifferenza della materia, sono concordi coll'opinione di alcuni de' filosofi ricordati in fine del cap. I.; i quali supposero il moto inerente alla materia non meno dell'estensione. E veramente ove piaccia contemplare un tale soggetto con mente sceverata da ogni prevenzione, parrà almeno essere si fatta opinione meglio fondata di quello che lo sia l'opposta. Se in fatti per le cose già discorse, e per quelle di che si avrà a ragionare in appresso, noi vediamo non esistere corpo alcuno in perfetta quiete, e di più nella contemplazione de' corpi istessi isorgiamo delle forze che determinano questo moto incessante in ciascheduno di essi, non avremo meno ragione di argomentare che il moto sia fra le proprietà inerenti ai corpi tutti, e quindi alla materia, di quello che si abbia a favore dell'estensione; la quale in estrema analisi si deduce similmente dal vedere i corpi tutti occupare una parte più o meno estesa dello spazio (k). All'opposto la inerzia o indifferenza della materia desumesi e dal vedere alcuni corpi in apparente riposo, il che, come si è detto, non esiste veramente; e dal credere che soltanto una forza estranea possa determinare in essi il moto; ciò che parimente io credo essersi per quanto occorre da me contraddetto. Per la qual cosa una deduzione tratta da false nozioni dovrassi certo tenere in tutt'altro conto che di rigorosa conseguenza.

53. Dopo di essermi forse in qualche modo allontanato dal principale mio soggetto, dirò seguitando ciò che ha riguardo all'attrazione ed all'affinità. Il perchè, qualunque sia l'idea che vogliamo formarci di queste forze, o più giustamente di queste due apparenze di una sola ed unica forza, conviene innanzi a tutto osservare, che esistendo esse nelle parti de' solidi, ed esercitandosi fra di loro, non possono a meno di avere un qualche effetto, tornandoci nuovamente al pensiero quanto ebbi di già occasione di osservare intorno alla costituzione di tali corpi. Dirò di più, che se ne' corpi vi sono delle forze che tendono a indurre le loro parti in moto; se le opposte forze non valgono ad impedirlo; se anzi, come si accennava di sopra e come in seguito si renderà anche più chiaro, le forze istesse che bastano a modificare il loro equilibrio, cioè il calore e l'elettricismo, sono variabili nella loro intensità; questo moto sarà veramente necessario, come opinava il Boscovich; nè si potrebbero imma-

ginare le loro molecole perfettamente immobili, senza ideare al tempo stesso una nuova legge, una nuova proprietà de' corpi, la quale fosse opposta alle altre, e quindi al moto. Ma nulla fin qui portò i fisici ad una tale supposizione. Se una tal legge esistesse veramente, egli sembra che essa dovesse manifestarsi anche negli altri corpi, e perciò ne' liquidi ancora.

54. La quale capacità al moto delle parti de' solidi è l'opinione pur anche de' recenti fisico-matematici, se appunto su di una tale supposizione sono fondate le loro teorie sulla luce, sul suono, sulla tensione de' corpi elastici ec., siccome si accennava di sopra. Nè certamente una tale supposizione essi avrebbero preso a fondamento di coteste loro teorie, se essi l'avessero considerata tutt'altro che conforme alla natura de' corpi. Giovandomi perciò di quanto essi hanno saputo desumere e dall'osservazione e dall'analisi, null'altro farò qui che accennare i loro principii ed i risultamenti delle loro ricerche; di quelle ricerche onde la fisica corpuscolare è per trarre sì grandi vantaggi. E ciò mi giova fare ad effetto di far comprendere il modo in che essi considerano i corpi solidi e rigidi essere del tutto analogo al creder mio, il che basterà senza fallo a mostrare quanto sieno fondate le cose dette di sopra.

55. Gli elementi delle equazioni che si riferiscono al moto interno de' corpi e delle formole d'equilibrio (1) basterebbero a convincerne che i fisico-matematici ebbero pur essi a riconoscere il moto molecolare ben altro che incompatibile collo stato di solidità. Così il Poisson (2) suppone che in un piano elastico, dopo la flessione, fra ciaschedun punto del piano istesso ed i punti vicini esista una forza ripulsiva. E questo insigne matematico, in altra sua memoria posteriormente data in luce sulla propagazione del moto ne' corpi elastici (3), non dubita di asserire, parlando delle vibrazioni de' solidi, che « il moto im-
« presso ad una porzione limitata di un simile mezzo (un corpo
« solido) darà cagione, in generale, a due onde mobili, le
« quali si propagheranno uniformemente con velocità differenti,
« la cui relazione sarà quella della radice quadrata di 3

(1) N. Bull. Philom. 1823. p. 9. 36. 92 177.

(2) I. c. p. 93.

(3) Ann. ch. et phys. t. 44. p. 423. et s.

« all'unità. » Il che non è che il risultamento di dimostrazioni da essolui riferite in altri suoi scritti (1); non lasciando egli in fine di avvertirne che le considerazioni da lui esposte e su tali vibrazioni e sul metodo di calcolarne le leggi ed i modi di propagazione « ravvicinano in qualche modo i fluidi ai solidi, però senza identificarli. »

56. Il Navier, altro di que' fisico-matematici che si occupano di così fatte ricerche, oltre l'ammetersi da lui che in un piano elastico « si stabiliscono fra le molecole de'corpi delle « forze proporzionali alle quantità de'cambiamenti di distanza « operati dalla variazione di figura » (2); altrove si esprime nel modo seguente: « Dopo molti tentativi e riflessioni io per- « venni ad una idea, che forse si troverà semplicissima. Con- « siste questa nell'ammettere che i cambiamenti di posizione « delle molecole di un corpo elastico, le une riguardo alle « altre, possono essere di qual si voglia modo; nel considerare « che questi cambiamenti di posizione sono l'effetto delle « forze interne ed esterne alle quali le parti di questi corpi sono « sottoposte; che debbono esistere delle relazioni fra lo spostamento di una molecola dal punto della sua situazione primitiva nello stato naturale del corpo, la posizione di questa « molecola nel corpo, e le forze che producono il cambiamento « di figura » (3).

57. Astenendomi dal riferire in questo luogo tutto quanto sarebbe facile desumersi a tal uopo dagli scritti de'fisico-matematici, mi restringerò in fine a ricordare come l'ill. Sofia Germain, mentre essa si adopera a persuadere l'inutilità delle ipotesi sulla costituzione intima de'corpi ove trattisi di rinvenire le leggi dell'equilibrio e del moto de'solidi elastici, non può a meno di concordare cogli altri nella supposizione intorno alla mobilità delle molecole de'solidi. « Nella questione delle forze « di elasticità, così ella dice, il fatto generale, speciale e caratteristico sta nella tendenza che i corpi dotati di tali forze « hanno a restituirsi nella forma che una causa esterna può « aver fatto che essi perdano. Questa tendenza esige che tutte

(1) Possono vedersi nelle seguenti collezioni. N. Mem. de l'Acad. t. 8 p. 603; Jour. de l'Ecole polytechnique cah. 20.

(2) N. Bull. phil. 1823. p. 93.

(3) Ann. ch. et phys. t. 38. p. 308.

« le molecole del corpo elastico tendano esse pure a riprendere
 « il posto ch'esse occupavano innanzi all'azione di una causa
 « esterna che possa averle spostate. » — « Tale è il fatto, il solo
 « fatto incontrastabile dell'elasticità (1). »

58. Qualunque sieno le fondamenta di quella opinione, la quale fa consistere i fenomeni del calore in una oscillazione di parti; opinione che veramente nello stato attuale della scienza merita di essere meglio convalidata; la quale però ebbe in quasi tutte le epoche della fisica i suoi sostenitori, ed a cui venne in qualche parte applicata la teoria delle vibrazioni e delle onde (2); qualunque sieno, io dico, tali fondamenta, egli è facile a vedersi questa supposizione, a cui sembrano condurci molti fenomeni e segnatamente quelli dell'elettricismo, essere interamente collegata col moto molecolare de' solidi. Del pari se trattasi della teoria delle ondulazioni riguardo alla luce, dirò che il Fresnel, non solo suppone le parti de' corpi trasparenti partecipare alle oscillazioni dell'etere (3); ma di più fa vedere l'azione della luce sui corpi; la quale fu dapprima considerata come chimica, consistere veramente in un'azione dinamica dell'etere sulle molecole de' corpi, perchè esse sono obbligate a prendere nuove posizioni d'equilibrio. La qual cosa se fu poscia direttamente confermata dall'Arago (4), egli sembra a me ch'essa si possa al presente validare anche per altre considerazioni. Sa ciascuno le osservazioni di quest'ultimo essere state istituite sul muriato di argento (cloruro d'argento); in su di cui facevansi cadere le frange prodotte dalle interferenze di due raggi di luce; in forza di che quelle parti del cloruro stesso che corrispondevano alle liste illuminate delle frange prendevano l'ordinaria tinta bruna, mentre serbavansi bianche le altre sulle quali cadevano le frange oscure. Dalle quali osservazioni il Fresnel trasse nuovo argomento onde conchiudere l'azione chimica della luce consistere veramente in un'azione meccanica dell'etere, che porta le molecole de' corpi a nuove disposizioni. E certo si fatte sperienze denno aversi in conto di convincentissime. Io dico però che anche indipendentemente da ciò che si osserva mercè le

(1) Ann. ch. et phys. t. 38. p. 123 et s.

(2) Boi, Trait. de phys. t. 4. p. 682.

(3) Ann. ch. et phys. t. 17. p. 182.

(4) Thomson, Syst. de chim. suppl. t. 5. p. 535.

frange predette, l'imbrunire del cloruro d'argento per l'esposizione alla luce non assoggettata ad interferenze, dee condurci alla conclusione medesima; imperciocchè sapendosi ora, siccome ha fatto conoscere il Cavalier (1), il cloruro d'argento bruno (quello almeno alterato nel suo colore pe' mezzi chimici) essere isomero rispetto al cloruro istesso bianco, sì che l'uno dall'altro non differisce che nella disposizione delle parti, l'alterazione perchè questa sostanza volge al bruno non può ascriversi che ad una azione puramente meccanica, anzi che alla combinazione della luce o ad altra azione chimica.

59. E similmente l'Ampère in un suo recente scritto sul calore e la luce improntava la sua teoria su tali principii. « Io
 « ammetto, dice egli, che nel passaggio de' corpi dallo stato li-
 « quido allo stato gasoso, e reciprocamente, le molecole non
 « fanno che allontanarsi o avvicinarsi passando da uno degli stati
 « di equilibrio fra le forze che determinano la loro distanza ad
 « un altro stato di equilibrio tra le medesime forze; » lo che
 già di per sè basterebbe a far conoscere, e ch'egli ammette la
 distanza fra gli elementi de' corpi, e forse ancora a convincerci
 come da lui pure si ammetta quel graduato passaggio de' corpi
 da uno stato all'altro, che io mi adoperai dimostrare nel cap.
 II. Oltre di ciò, dopo di avere egli distinto fra gli elementi dei
 corpi, gli *atomi*, i più semplici; le *molecole*, composte di
 atomi, essenzialmente solide, qualunque sia la costituzione
 de' corpi che esse compongono; le *particelle* composte di mo-
 lecole, solide ne' solidi, fluide ne' fluidi ec. tenute sempre a
 distanza; e dopo di avere stabilito che i fenomeni del suono
 si debbono alle vibrazioni molecolari, ed i fenomeni della luce
 e del calore alle vibrazioni degli atomi ed alla loro propaga-
 zione nell'etere; così dice: « Nelle prime, le molecole vi-
 « brano in massa avvicinandosi ed allontanandosi alternativa-
 « mente le une dalle altre; e sia che esse vibrino in questo
 « modo; o sì veramente esse sieno in riposo, gli atomi di cia-
 « scuna molecola possono vibrare e vibrano in fatti sempre
 « avvicinandosi ed allontanandosi alternativamente fra loro » (2).

(1) Phil. Mag. and. Ann. of Phil. Dec. 1830. p. 464; Jour. de Pharm.
 t. 16. p. 552.

(2) Ann. ch. et phys. t. 58. p. 432. et s.

E qui si osservi che egli ammette negli atomi la facoltà di vibrare nelle molecole, che egli suppone essenzialmente solide.

De' movimenti molecolari prodotti dall'azione della luce dovendosi favellare nel capitolo seguente, e così dicasi di quelli cagionati dal suono, di questi e di quelli basterà l'averne qui fatta menzione fra quelle teorie in cui dai fisico-matematici si suppone un moto reale fra le parti de' solidi; e questo affine di meglio convalidare non essere il moto predetto incompatibile colla natura de' solidi; ciò che mi proposi di addimostrare in questo luogo.



NOTE AL CAPITOLO IV.

(a) Vedasi Thomson, *Syst. de chim., suppl.* p. 84. Quantunque l'autore tratta delle ondulazioni luminose non ispecifichi chiaramente se egli voglia che ciò si attribuisca eziandio a' corpi solidi, siccome sembra d'altronde; affine di escludere ogni dubbio basterà l'osservare che nella sua Nota sulla colorazione delle lamine cristallizzate (*Ann. ch. et phys.* t. 17. p. 182.) adatta ai solidi, nella supposizione che essi partecipino alla vibrazioni dell'etere, que' medesimi principii che attribuisce all'etere; ed inoltre in quelli come in questo considera egualmente que' spostamenti delle file o serie di punti materiali, e quelle forze sviluppate da tali spostamenti. Ma sopra tutto varrà all'uopo quanto fu riferito di sopra (cap. II.), cioè: ch'egli crede dipendere possibilmente la fluidità di un corpo da una grande disseminazione delle sue molecole; e che le loro differenti posizioni di equilibrio sieno molto più vicine che ne' solidi.

(b) Dehbesi intendere in questo senso tutto ciò che sono per dire intorno all'inerzia; essendo mio intendimento l'escludere quell'opinione per la quale si nega alla materia ogni attitudine al moto, ad agire per sè, ed il tendere a mutazione di stato.

(c) Il D'Holbach dice consentaneamente a ciò: « Una pietra di 500. libbre ci sembra in riposo sulla terra; essa però non cessa un'istante « dal pesare su questa terra che le resiste o che la respinge reciproca- « mente. Direm noi che questa pietra e questa terra non agiscono? Ad « isgannarci basterebbe interporre la mano fra la pietra e la terra, e ci « convinceremmo che questa pietra ha non pertanto la forza di schiacciare la nostra mano, non ostante il riposo di cui sembra godere. » *Syst. de la nat.* t. 1. p. 22.

(d) Così il D'Holbach medesimo (l. c.) fa osservare che: « Un « corpo il quale soffre una impulsione, un'attrazione od una pressione « qualunque, alle quali resiste, ci fa conoscere com'esso reagisca per « questa resistenza istessa; dond'egli conseguita che v'ha in tal caso una « forza nascosta (*vis inertiae*), la quale si esercita contro un'altra forza. » Soccorre egli poi questa sua sentenza di alcune analoghe considerazioni del commentatore del Biflanger; dal quale si conchiude: « Ergo corpus « reagit vi inertiae. Vis igitur inertiae et vis motrix in corporibus una eadem « est vis, diverso tamen modo se exercens. » Ora, sia concesso il ripeterlo, farem noi dipendere questa reazione dall'indifferenza; da una qualità negativa? Lo stesso D'Holbach osserva dipoi che il riposo de' corpi non da altro proviene che dall'equilibrio di quel *nisus* perchè le parti di un corpo ai premono vicendevolmente; e così dicasi di massa distinta. Questa verità fu considerata pure ed annunziata da Bacone. Il quale dopo di aver detto: « Quies enim simplex et absoluta in partibus et in toto nulla est, sed quae « esse putatur per motuum impedimenta, cohibitiones et aequilibria effici-

« tur; » così soggiunge: « Hoc autem quod dicimus de falsa quiete, et in
 « rebus innumeris utile cognitum est, et non minus lucis praebeat in Inqui-
 « sitione naturae solidi et liquidi, sive consistentiae et floris. Solida enim
 « videntur in positione sua manere et quiescere, liquida autem moveri et
 « confundi. Neque enim columnæ ex aqua, aut alia effigies extrui potest, ut
 « de ligno vel lapide. Itaque in promptu est opinari, partes aquae supe-
 « riores contendere (motu, quem appellant, naturali) ut defluant; partes
 « autem ligni non item. Atqui hoc verum non est, cum idem insit motus
 « partibus ligni, quae in summo collocantur, ut deorsum ferantur, qui
 « aquae: idque in actum perduceretur, nisi ligaretur et retraheretur iste
 « motus a motu potiore? » (Cogit. de Nat. rer. cogit. VI. p. 720. Così il
 Newton espone almeno il dubbio che tutti i corpi si muovano, dicendo:
 « Fieri enim potest, ut nullum revera quiescat corpus, ad quod loca mo-
 « tusque referantur. » (Princ. math. t. 1. p. 14. ed. 1760. Col. Alloph.);
 ed altrove: « . . . motus et quies, uti vulgo concipiuntur, respectu solo
 distinguuntur ab invicem; neque semper vere quiescunt quae vulgo tam-
 quam quiescentia spectantur. (l. c. p. 5.)

(e) Nel Dictionnaire classique, art. *matière* viene accennata l'inerzia della materia tra i vietati principii delle antiche scuole.

(f) Venne pochi anni sono (Amer. Jour. of Sc. t. 14. n. 1. p. 50.) pubblicato uno scritto direttamente inteso a combattere l'opinione, per la quale si considera l'inerzia della materia come una forza propria, la quale fa che essa resista al moto; intorno a che mi è grave dovermi limitare a questo solo cenno.

(g) Avvertasi favellare io della materia e non de' corpi; chè ogni dubbio intorno alla realtà di questi non può capire nella mente di chiunque abbia dramma di senno. Chè anzi, anche intorno alla materia dirò non volerne io negare l'esistenza, ma soltanto asserirsi da me ch'essa è un essere supposto, come si disse di sopra, anzi che potersi dimostrare la sua reale esistenza.

(h) Che niuna idea sia in noi che non proceda da sensazione, è verità proclamata e pienamente dimostrata a nostri tempi dal Locke e da altri. Ma essa fu già conosciuta ed annunziata venti secoli addietro dal filosofo di Stagira; il che forse darà presso alcuni maggior peso a questo canone, togliendosi così il dubbio che essa sia uno de' trovati della moderna filosofia; in cui si teme sempre nascondersi delle insidie. Anche le idee più astratte riduconsi per l'analisi a quelle che provengono da sensazioni prodotte in noi, dagli esseri reali. Vedasi l'art. *Incompréhensible* dell'Enciclopedia.

Ed ove pur fosse mestieri l'addimostrare anche per altri argomenti non poter noi in veruna guisa comprendere la materia, potrebbe a tutto quanto si è detto a tal fine aggiungersi che la materia, come la si è immaginata, debbe noverarsi fra quegli esseri unici e così semplici che non possono anche col pensiero nè dividersi, nè ridursi ad esseri più semplici; e quindi si rende impossibile e il definirli e l'analizzarli. Mi si perdoni se in su di questo io mi sono forse esteso soverchiamente, e forse sono caduto in pedanterie; ma ove si tratta di combattere una idea

profondamente radicata nella mente di molti, niuna ragione è superflua, e segnatamente se si tratti di quelle idee fondamentali che formano la base di molti de' nostri raziocinii.

(i) Forse vorrà taluno rivolgere contro di me l'argomento istesso; al che basteranno brevi parole. Dai sostenitori dell'inertia essa viene semplicemente asserita senz'altro fondamento che questo: essere la materia di sua natura (ch'essi non ponno conoscere) inerte, indifferente; da me si chiarisce l'opposto: cioè la tendenza de' corpi al moto, ragionando dagli effetti de' corpi stessi, i quali cadono sotto i sensi e possono compararsi tra loro. Ed ove eglino volessero ora appigliarsi ai corpi anzi che alla materia, e fare di essi fondamento alla loro dottrina, resterà ad essi il dimostrare innanzi ad ogni altra cosa che i corpi sieno veramente di loro natura inerti, e smentire i fatti che provano l'opposto.

(k) Tale veramente e non altra è la ragione perchè da noi si argomenta l'estensione costituire una proprietà essenziale de' corpi; per la qual cosa, ove riesca veramente il dimostrare, siccome io credo, essere essi tutti e sempre in movimento, si avrà una pari ragione per credere che il moto non meno sia una delle proprietà essenziali de' corpi, o valendomi del linguaggio forsechè più esatto del Pouillet, che tanto il moto quanto l'estensione compongano una definizione de' corpi. Ciò nondimeno si troverà da molti meglio evidente questa conclusione in riguardo all'estensione. Egli sarà facile però il trarre d'inganno chiunque volesse dare soverchio peso a questa apparente diversità fra questa e quella di tali conclusioni; imperciocchè essa si riduce a questo: che l'una appartiene a quelle che chiamansi cognizioni intuitive, l'altra alle dimostrative. Ora avrem noi miglior diritto di oiegare che gli angoli di un triangolo equivalgono a due angoli retti, che non abbiamo a contradire che il tutto è maggior della parte? Il Tracy usa un pari argomento riguardo alla *forza d'impulsione*, deducendo egli che questa forza costituisce una proprietà di prim'ordine, cioè generale e invariabile e sempre esistente, da ciò solo che essa si trova sempre la stessa in tutti i corpi nelle stesse circostanze, comechè (ciò che è da notarsi) egli avverta che essa non sempre si esercita.

CAPITOLO V.

Moti oscillatori prodotti dal suono e dalla luce

60. Innanzi che la meccanica molecolare si fosse arricchita delle ultime osservazioni intorno alle oscillazioni de' corpi sonori, e segnatamente di quelle del Savart, in quel fremito che si cagiona ne' corpi per lo strisciare di un archetto, o pel lieve urto di una corda degli strumenti musicali, o finalmente pel colpo leggerissimo col quale si percuote un *tamtam*, io teneva doversi scorgere una non equivoca prova del movimento delle loro parti (1); all'opposto di ciò che si sostiene dall'Ugenio (2); dal quale volevasi il suono provenire da una concussione della intera massa del corpo sonoro; a differenza della luce, ch'egli fa dipendere dalla concussione di ciascheduna delle parti. (a) E di ciò mi convincevano sopra tutto quelle osservazioni che primieramente si debbono al Galilei, poscia estese di tanto dal Chladni e dal Paradisi, intorno alle figure regolari in che dispongonsi i corpi in polvere sulle lamine di vetro o d'altra sostanza allorquando da esse si trae un qualche suono. In fatti io non sapeva immaginare come della polvere sparsa su tutta la superficie di tali lamine potesse ricevere un impulso tale da disporsi ora in questo ora in quell'ordine, senza supporre a un tempo un tal quale movimento nelle parti delle lamine istesse. Ed allora sembrò a me che si avvicinasse alla mia opinione ciò che il Paradisi diceva intorno all'etiologia de' propri esperimenti (b), e ciò non meno che G. Bernoulli espresse in occasione delle osservazioni del Chladni, considerando questi le lamine sonore composte « di due sistemi « di lamine parallele, . . . le quali tremano come se fossero « incollate le une sulle altre senza reciprocamente impelir-

(1) Mem. sul moto int. de solidi 1819. p. 10. e seg.; Mem. II. p. 11.

(2) Oper. reliqua, Vol. I. p. 8. Amst. 1728.

« si; » (1) e ciò finalmente che il Poisson aveva letto su tale argomento allo Istituto R. di Francia nella tornata del 1. di Agosto 1814., considerandosi da lui ciascuno elemento delle superficie delle lamine sonore animato dalle forze motrici, indipendentemente dagli elementi che lo circondano. E similmente in questa occasione mi valse degli esperimenti istituiti dal Biot *sulla propagazione del suono attraverso de' corpi solidi e dell'aria in lunghi tubi*. Ne' quali esperimenti, percuotendo egli ad una delle estremità un tubo di ferro di 951. metri di lunghezza, osservò che, oltre il suono che propagavasi attraverso dell'aria, le parti istesse del tubo concepivano un fremito valevole a trasmettere anche a grande distanza de' suoni abbastanza chiari e distinti. E dal vedersi, come egli ascrive, che il suono che trasmettevasi attraverso del tubo precedeva quello che propagavasi attraverso dell'aria (2), trassi argomento a prò della mobilità delle parti del tubo stesso. Desumeva io poscia la conchiusione istessa da quanto osservarono l'Hassenfratz ed il Gay-Lussac nelle cave di Parigi; nelle quali il suono prodotto da un colpo di martello si trasmetteva più presto attraverso delle pareti delle cave istesse che attraverso dell'aria, conchiusione che ora si sa convenire ai corpi solidi in generale.

61. Le osservazioni pubblicate da poi dal Biot (3) intorno ai cambiamenti che in tempo delle oscillazioni sonore si operano nella facoltà polarizzante del vetro, mi parvero al tutto convincenti (4); costituire anzi uno di que' fatti veramente capitali, valevoli a dimostrare che in tempo delle oscillazioni medesime si opera un reale movimento di parti, un movimento sì fatto da alterare la relativa posizione delle molecole del vetro istesso: conciossiachè in tal guisa esso si rende atto ad agire diversamente sulla luce; e tanto più che un tale effetto cessa col cessare del suono. Finalmente dirò aver io fin d'allora notata la concordanza de' miei principii con quanto si asserisce dal Poisson: cioè che le leggi della propagazione delle onde sonore sono le stesse ne' fluidi elastici e negli altri mezzi,

(1) Atti dell' Ac. di Pietroh. 1788.

(2) Mem. d' Arcueil t. 2. p. 405; Trait. de phys. t. 2. p. 26.

(3) Ann. ch. et phys. t. 13. p. 51.

(4) Gior. di fis. ch. etc. di Pavia, D. II. t. 5. p. 18.

quali sono l'acqua ed i corpi solidi, quand'essi sieno dotati di una elasticità eguale in tutti i sensi (1).

62. G^lingegnosi e molteplici esperimenti del Savart, confermando tutto quanto io aveva detto su tale argomento, s'aggiungono ora a togliere ogni dubbio intorno all'effettuazione di un moto reale, di un reale spostamento di parti ne'corpi rissonanti, in modo tale che, mentre alcune serie di parti oscillano e si muovono, altre restano in riposo (2). Quindi il Dulong, nel suo rapporto su tali esperimenti presentato all'Accademia R. di Francia nella tornata degli otto di Dicembre 1823. (3), ebbe a dire che: « Si ha cagione di maravigliarsi « in vedendo come l'osservazione sola abbia potuto scuoprire « le particolarità de' movimenti molecolari impercettibili, l'esistenza de'quali sembrava non doverci essere manifestata che « dall'analisi matematica. » E veramente le prime indagini del Savart intorno ai corpi sonori meritavano un tale onorevole giudizio, e di per sè bastavano a togliere dal numero delle supposizioni e delle ipotesi il moto molecolare de'corpi stessi; di che sono prova le parole appunto del Dulong. Continuando egli però cotali esperimenti, e variandoli in mille modi, tutti ingegnosissimi, sembra in vero aver egli portata la cosa a tale da doverne ora maravigliare in quanto alla facile mobilità delle parti stesse. Nè da meno stupore mostra di essere egli stesso compreso, siccome si vede nelle conclusioni che da lui si pongono in fine delle sue *Ricerche sulle vibrazioni normali*. Nelle quali descrivendo egli prima quelli che da essolui si denominano fenomeni de' movimenti secondari, fa poi chiaramente vedere come « Le lamine elastiche sieno suscettibili di dividersi in parti vibranti disposte in una infinità di modi diversi, e tutti questi modi possano trasformarsi gli uni negli altri per gradazioni insensibili, in modo da produrre tutti i « numeri possibili di vibrazione ». . . « così per esempio fra tutti « i modi di divisione di una lamina circolare avviene di quelli « che non si compongono che di linee nodali diametrali, e

(1) Ann. ch. et phys. mars 1823. p. 254.

(2) Ann. ch. et phys. 1823. sept. p. 56. et s.; 1824. jan. p. 12. et s.; fevr. p. 138. et s.; mars p. 225. et s.

(3) Bull. Univ. par Ferussac; chim. mars 1824. p. 181.

« che formano una classe a parte, mentre ve n'ha altri i quali
 « non si compongono che di linee circolari concentriche, e
 « che costituiscono tuttavia una serie distinta; e così di se-
 « guito per tutti gli altri casi, i quali in generale sono molto
 « più complicati che i precedenti. » Dalle quali cose, come
 io dissi di sopra, egli è tratto alle seguenti considerazioni.
 « Questa prodigiosa facilità colla quale un corpo solido può
 « così piegarsi a un tempo in tanti diversi sensi, e dividersi
 « con tanta regolarità, egli è senza dubbio un fenomeno assai
 « notevole, ed in ispecial modo se si ponga mente a ciò, che
 « un numero grandissimo, e forse un numero infinito di tali
 « modi di divisione, i quali divengono sempre più complicati
 « a norma ch'essi maggiormente si allontanano dal modo prin-
 « cipale, possono in tal guisa esistere simultaneamente senza
 « confondersi (1). » Le quali considerazioni, in quanto a ciò
 che riguarda la mobilità delle molecole de' solidi, possono a
 mio avviso convenire non meno a quelle osservazioni ch'egli
 poco dappoi fe' conoscere pel successivo suo scritto *sur un*
movimento di rotazione (2) che concepiscono le parti vi-
 branti di alcuni corpi. Per le quali veramente si vede, come
 indica il titolo istesso di questa sua memoria, che le parti vi-
 branti di una lamina, da cui si trae un qualche suono, sono
 affette da un movimento rotatorio, e talora rapidissimo; rapido
 sì, che valendosi a tal uopo di una polvere finissima, siccome
 fassi d'ordinario nelle sperienze di tal sorte, questa non po-
 trebbe seguirne l'andamento di modo che l'autore immaginò
 valersi in vece della luce. Dovendo rimandare il lettore alla
 memoria istessa per ben comprendere i particolari tutti di
 questi delicatissimi esperimenti, intorno a' quali non mi sa-
 rebbe permesso andar oltre a questo brevissimo cenno, non
 lascerò bensì di rilevare che in questi come in quelli, a cui
 si riferisce la memoria di lui testè menzionata, appariscono
 que' simultanei distinti modi di divisione; e ciò che rileva an-
 che più, si è l'apparire da essi che le oscillazioni o vibrazioni
 predette continuano nelle lamine sonore per molti secondi dopo

(1) Ann. ch. et phys. t. 36. p. 187. et s.

(2) Ann. ch. et phys. t. 36. p. 257. et s.

cessata l'azione dell'archetto che, strisciando in su di esse, serviva ad eccitarne il suono.

63. E se le cose fin qui dette ci mostrano già le parti de' solidi quasi che mobilissime, ciò non pertanto una facilità al moto anche maggiore conviene che si argomenti da altre sperienze del fisico istesso, considerando come in esse a dar cagione a sì fatti movimenti bastino azioni lievissime. Io dico di quelle in cui si vedono le parti de' corpi elastici vibrare non solo pel più leggiere urto, ma che basta a tale effetto che un corpo comunichi con un altro per una corda tesa; e ciò è quanto occorre perchè su di ambidue si formino le curve pulvisfere, dalle quali il moto istesso viene indicato. E di più, ciò che è degno di essere notato, il solo mezzo dell'aria basta perchè due corpi prendono il movimento istesso, se si trovino in alcune date situazioni e circostanze (1); il che ci fa conoscere le più tenui ondulazioni dell'aria bastare a porre in moto le parti de' corpi solidi. Ed egli è pure da notarsi che un sì fatto moto di parti può con pari facilità comunicarsi al vetro, non ostante la molta sua coesione, ed alterarne in tal guisa, come si accennava di sopra, la sua facoltà polarizzante, rendendosi atto ad agire rispetto alle onde luminose come un corpo regolarmente cristallizzato (c).

64. Non possono tacersi a tale proposito le più recenti osservazioni del Faraday. E comechè si avvisi da lui che le correnti di aria che si formano alla superficie delle lamine sonore sieno quelle che determinano le forme, nodi ec. che prendono i corpi suddetti sulla loro superficie, mostrano non pertanto gli suoi sperimenti un fremito reale sull' parti delle lamine istesse, valevole a comunicare un moto di proiezione a que' corpiciuoli, e di più a indurre nelle molecole de' liquidi, compreso il mercurio, un moto che si manifesta per alcune crispazioni, elevazioni conoidali ec., che hanno effetto alla loro superficie; ciò che non può ascriversi alle correnti di aria (2). E ciò si vede anche più chiaramente nelle ultime ricerche del

(1) Savart, *Ann. ch. et phys.* sept. 1823. p. 86; mai 1824. p. 6. 11. 22.

(2) *Ann. ch. et phys.* t. 49. p. 46 et s.

Savart (1); che osservò per fino il mercurio, in cui immergevasi una verga metallica in vibrazione, venir lanciato sotto forma di goccioline a più di due metri di distanza. Dirò anzi che, quando pure rimanesse qualche dubbio sul moto molecolare de' corpi sonori, le nuove osservazioni del fisico predetto bastano certamente a porre la cosa nella maggiore evidenza.

65. Potrebbero qui riferirsi gli esperimenti del Weststone (2), e quanto egli dice della polarizzazione del suono; e così pur anche d'altri fisici; e dir si potrebbe non meno tali osservazioni essere state ajutate dalle ricerche analitiche del Poisson (3), Cauchy (4), Biot, ec.; ma ciò a null'altro riuscirebbe che a dilungarmi oltre il dovere, senza che le precedenti deduzioni venissero maggiormente convalidate; il perchè basterà l'averne qui fatta menzione.

66. Se l'aria, come or ora si è detto, affidandomi alle ricerche del Savart, vale a cagionare ne' solidi un moto reale di parti, egli si troverà assai più sorprendente che il fluido universale, l'etere, possa fare altrettanto ne' solidi. Si ebbe di già occasione di riferire (§ 58.) l'opinione del Fresnel; da cui si tiene, almeno come cosa probabile, le parti de' corpi diafani partecipare alle vibrazioni dell'etere; che anzi nel luogo medesimo, prendendo a paragonare gli spostamenti molecolari cagionati dal suono e dalla luce, egli avvisa le forze sviluppate da questa essere di molto più intense di quelle che propagano le ondulazioni sonore (5). Questa mobilità de' corpi, anzi che da cose puramente ipotetiche, volendosi desumere dai fatti, non mancano di quelli che veramente dimostrano alcune variazioni nella relativa posizione delle loro molecole operarsi per la sola azione della luce; o più precisamente la sola luce, per le oscillazioni ch'essa produce, porre i corpi in condizione tale perchè in essi accadano que' mutamenti che poi si ha a credere essere determinati dall'affinità delle parti loro, e forse

(1) Ann. ch. et phys. t. 65. p. 337.

(2) Ann. ch. et phys. t. 23. p. 313. et s.

(3) Ann. ch. et phys. t. 36. p. 86. et s. ed altrove.

(4) Bull. univ. Sc. math. juin 1830. p. 414. et s.

(5) Ann. ch. et phys. t. 17. p. 182; Thomson, syst. da ch. suppl. t.

dall'elettricità, la quale investe i corpi tutti. Ciò che si disse di sopra (cap. IV.) del cloruro d'argento costituisce già uno de'fatti i più convincenti. Forse altrettanto può dirsi del fosforo; il quale, come si sa, nell'azoto, nell'idrogeno, nell'idrogeno proto-carburato (carburato tetraidrico, Berz.), olio, alcoole ec., non che nel vuoto anche torricelliano, prende un colore rosso se sia esposto alla luce, e per quanto si sappia, senza che il suo peso venga alterato. Il quale cambiamento di colore sembra doversi con tutta ragione ripetere da un diverso ordinamento di parti; perocchè trattandosi di un corpo indecomposto, ed avvertendo che ciò accade anche nel vuoto barometrico, non potrebbesi in modo veruno ascrivere ad una alterazione chimica proveniente da combinazione o decomposizione. Il che si troverà tanto più conforme al vero ponendo mente al color nero che prende questa medesima sostanza ogni qual volta essa sia rapidamente fredda. E poichè ragion vuole che ciò similmente ascrivasi ad una disposizione delle sue molecole diversa dall'ordinaria, ne presta questo una non dispregiabile analogia a prò della predetta opinione mia intorno al cambiamento di colore che soffre il fosforo per l'azione della luce. Può credersi, io dico, perciò che il fosforo arrossato, al pari di quello prontamente raffreddato, costituisca un corpo isonero rispetto al fosforo bianco. Nè questi sono i soli fatti in cui si debba riconoscere un movimento molecolare cagionato dall'azione della luce, o per meglio dire dalle vibrazioni dell'etere. E veramente, sempre che da noi si veda in qualsiasi modo alterarsi un corpo per cagione della luce, si avrà ad argomentare essersi in esso operato un qualche movimento, s'egli è vero che niun effetto, possa operarsi ne'corpi ch'esso non si riduca al moto; e tanto più se questo si ascriva all'azione dell'etere; il quale non agisce che per le sue oscillazioni. Ecco pertanto alcune di tali alterazioni in corpi solidi; delle quali, per le condizioni in che esse hanno effetto, debbe accagionarsi la luce e non altro. Il solfato di mercurio esposto alla sua azione, benchè in vaso perfettamente chiuso, annerisce ben presto alla sua superficie. Il protossido di mercurio (ossido mercurioso, Berz.) si decompone per l'azione medesima, e si cangia in deutossido (ossido mercurico, Berz.). Il bismuto colpito dai raggi solari prende alla superficie una tinta violetta. Ad una

luce viva l'ossido pulce di piombo (sur-ossido piombico, Berz.) si cangia in deutossido (ossido piombico, Berz.) svolgendosene l'ossigeno; sì che tali sostanze soglionsi custodire nelle officine in luoghi difesi dalla luce. A' quali fatti, che ognuno conosce, giova l'aggiungere altri non meno importanti. Avendo posto il Seanebier della cera gialla fra due lamine di vetro ermeticamente chiuse, vide egli ch'essa imbiancavasi per la sola azione della luce, mentre una porzione della cera istessa, che nella condizione medesima fu lasciata in luogo oscuro, conservò il suo colore naturale. Nè preterì egli di escludere la pretesa influenza dell'aria, della rugiada ec., alle quali comunemente si attribuisce lo scoloramento della cera; imperocchè narra egli d'altri suoi sperimenti, pe' quali potè accertarsi che la cera gialla esposta allo scoperto ai raggi diretti del sole imbiancavasi meno prestamente che quella a riparo dell'azione atmosferica (1). D'altro fatto ci sovviene il Faraday (2), dicendo egli di essere giunto ad assicurarsi mercè esperimenti diretti, che quella sorte di cristalli che in Inghilterra si adoperano per le finestre, e che, se sieno esposti alla luce, dopo un certo tempo prendono una tinta porporina, non vanno soggetti ad una sì fatta alterazione ove non soffrano la sua azione; sì che egli conchiude che « i raggi solari esercitano un'azione chimica anche su di un composto tanto compatto e durevole come è il vetro. »

Che se, in vece della teoria delle ondulazioni, piacesse meglio ricorrere a tal uopo all'altra dell'emmissione, le conclusioni che riguardano la mobilità delle parti de' corpi non verrebbero in modo alcuno infirmate, avuto riguardo alla tenuità ed alla rarità delle molecole della luce, quali si suppongono nell'ipotesi newtoniana.

67. Riconosciuta così l'esistenza de' moti oscillatori ne' solidi cagionati dal suono e dalla luce, giova osservare che quantunque i matematici considerino nelle vibrazioni una sola scossa, ciò non è quello che veramente accade in natura. Le vibrazioni non sono mai isolate ne' corpi; ma in vece esse ripetonsi per un numero più o meno grande di volte. Ed egli è facile a vedersi quanto fertile di conseguenze sia un tale principio se

(1) Ann. ch. t. 12. p. 60.

(2) Ann. of phil. nov. 1823. p. 396.

applicarsi, non solo agli effetti della luce e del suono, ma anche ad altri punti di questa mia dottrina del moto molecolare.

Se le molecole de' corpi, ed eziandio di quelli di una notevole densità, non ricusano di muoversi, non dirò pel semplice strisciare di un arco, ma per le ondulazioni dell'aria ne' fenomeni dell'acustica, e per fino per l'impulso di un corpo così raro come il fluido universale, raro sì da non presentare alcuna sensibile resistenza (*d*) ai movimenti planetari, ricuseranno esse poi di cedere alle forze più energiche della natura? all'azione del calore, dell'elettricismo, dell'attrazione? che è quanto dire a quelle azioni, che risiedono nelle molecole istesse, e che sono in una attività continua.



NOTE AL CAPITOLO V.

(a) Il Musschembroek aveva già avvertito quanto segue: « Non autem necesse est, ut partes, massam cohaerentem componentes, sine motu sint, et sine motu in se agant; cum experientia ostendat partes corporum inter se vehementer moveri, quo tempore nihilominus firme cohaerent, « veluti patet in fidibus, et chordis tensis frementibus ac sonantibus, « tum in filis metallicis per angustiora foramina tractis; in calentibus igne, « aliisque in occasionibus » (Elem. Phys. § 553.) Nè la mobilità delle parti de' solidi infuggì all'osservazione di Bacone da Verulamio; egli pure desumendo questa verità specialmente dai corpi sonori (Sylva Syl. art. I. n. 9. 13.) Favellando egli del movimento che, strisciando un dito sull'urlo di un bicchiere, si comunica all'acqua in esso contenuta, dopo di avere fatto osservare che questo ed altri analoghi movimenti sono manifesti nei liquidi, non però ne' solidi, ne' quali essi ci vengono bensì attestati da taluni effetti, egli dice: « pressio digiti... post aliquot spatium omnes « vitri particulas ad operationem ciet, ut aquam acriter feriat: quae per- « cussio gignit aquarum subsultum (L. c. exp. 9.). Può vedersi questo esperimento ripetuto ed illustrato dal Faraday. (Ann. ch. et phys. t. 49. p. 116.).

(b) Egli dice che la disposizione simmetrica della polvere sulle lamine sonore non può accadere che per una delle seguenti ragioni: « o perchè quei punti (ove la polvere si arresta) sopra dei quali era la polvere, si restavano in quiete, e tranquilli oel tempo del movimento, che « agitava tutti gli altri; o perchè io questi punti per quanto si trovassero « anch'essi in moto, si combinava un contrasto di forze che comunicate ai « grani di polvere sopraincombenti si distruggevano fra loro. » (Mem. dell'Istituto ital.; classe fisica, t. 1. par. 2. p. 397.)

(c) Vedi Biot, Nouv. Bull. Phil. 1819. p. 174. et s. Meriterebbe veramente che s'istituissero delle ricerche, siccome il Biot medesimo consigliava, onde conoscere se, protraendo lungamente quell'azione che nelle lamine di vetro induce sì fatta modificazione, bastasse ciò a rendere questa modificazione istessa duratura, almeno per qualche tempo; di che ne persuade, osserva egli, il sapere che alcuni corpi più facilmente concepiscono le vibrazioni sonore, se sieno stati spesso e fortemente assoggettati a pari vibrazioni.

(d) Il Poisson considera l'etere un fluido rarissimo, attraverso di cui la terra ed i corpi celesti si muovono liberamente (Ann. ch. et phys. t. 44. p. 432.) Non dee tacersi però che altri fisici lo credono tale da presentare una resistenza benchè tenuissima ai movimenti de' corpi siderei. Vedasi pertanto quanto si disse su di ciò § 43.

CAPITOLO VI.

Moto molecolare considerato quale effetto necessario delle variazioni di temperatura

68. **D**opo di avere ne' capitoli precedenti presa ad esame la costituzione de' corpi solidi ed alcune delle forze da cui sono animate le loro parti, è mestieri che qui io prenda a favellare dell'azione del calore, e segnatamente degli effetti delle sue minime ed incessanti variazioni. Poco veramente resterebbe a dirsi intorno al moto molecolare prodotto dal calore ove questo si considerasse come una semplice modalità de' corpi, anzi che tenere il calorico un corpo reale e di suo genere. Secondo una tale supposizione, che ogni giorno acquista nuove probabilità, consistendo essa in un movimento oscillatorio de' corpi, più o meno grande a norma del grado di calore che i corpi stessi manifestano; e non essendovi alcun corpo perfettamente freddo, la continua oscillazione delle parti de' solidi ne formerebbe la necessaria conseguenza; nè abbisognerebbe di verun'altra dimostrazione. (a) Attendendo però che una tale dottrina sia maggiormente convalidata, conviene mirare la cosa sotto l'altro aspetto, seguendo la teoria che nel calorico riconosce un essere materiale, ed a norma de' suoi principii valutare gli effetti delle variazioni di temperatura. Io dirò dunque innanzi a tutto essere queste variazioni tali, e ne' corpi che ne circondano, e nell'interno del nostro pianeta, almeno fino ad una certa profondità, ed ovunque, che, non tenendo conto per ora del successivo raffreddamento della terra, non si potrebbero supporre due istanti consecutivi di una temperatura perfettamente uguale in un corpo qualunque. E poichè ogni solido, anzi i corpi tutti che noi conosciamo, si alterano nel proprio volume pel variare di temperatura, ciò solo basterebbe perchè si dovesse da noi considerare nel calore la causa di una continua oscillazione di parti ne' corpi tutti, tosto che ci richia-

miamo al pensiero tutto quanto si disse di sopra, e particolarmente del reciproco allontanamento e ravvicinamento delle molecole de' corpi pel variare della temperatura; il perchè il dirne più oltre sarebbe superfluo. E quindi alle cose di già discorse intorno a ciò questo soltanto mi piace d'aggiungere; che il Cavallo (1) dalla facoltà che ha il calorico di dilatare i corpi trasse argomento onde asserire che, non solo i liquidi, ma que' corpi cziandio che ci sembrano i più duri e compatti, debbono trovarsi in un movimento continuo.

69. E non solo il calore, per le sue variazioni, farà che le parti oscillino fra loro, ma questo sarà cagione di altri movimenti molecolari. Riguardata, io dico, l'azione del calore sotto un tale aspetto, perciò solo essa varrebbe a favorire le altre forze attc a indurre un qualche cambiamento ne' corpi: cioè essendo le loro parti tenute dal calore in uno stato di continua oscillazione, analogamente a ciò che si disse parlando delle oscillazioni prodotte dalla luce (§. 66.), se una causa qualunque, o estranea, o dipendente dalla natura istessa di queste parti, tenderà ad operare in essi un qualche mutamento, lo stato di oscillazione in cui esse si trovano, farà che una tal causa possa facilmente sortire il suo effetto (b).

70. E questo avverrà segnatamente in que' corpi, ne' quali si ha ragione di credere che le parti loro non sieno del tutto soddisfatte nelle loro tendenze, o che in sè comprendano dei principii estranei od accidentali. E che gli elementi de' corpi si trovino veramente nella prima delle predette condizioni, ed anche in que' corpi che si giudicano in istato di neutralizzazione, è ciò che io tengo essersi validato nel modo migliore dal Berthollet nella sua eccellente Statica Chimica; di cui merita che qui si ricordino i principali dettati. Indebolendosi a dire di lui l'azione chimica di una sostanza a misura che la sua saturazione si avvanza, gli ultimi termini di questa saturazione non possono essere percorsi che in un intervallo di tempo molto più considerevole di quello che è necessario per giungervi. Quindi egli osserva assai giustamente (l. c. § 233.) che si corre gran rischio di essere tratti in inganno riguardando come limite dell'affinità di una sostanza le combina-

(1) Bib. Brit. S. et R. t. 23. p. 342.

zioni ch'essa può produrre ne' primi momenti della sua azione. Ora egli si vede da ciò come il calore possa fare che questa saturazione lentamente si compia; nè sarebbe difficile l'addurre qui numerosi fatti in prova di questo. Similmente che molti corpi racchiudano de' principii estranei ed accidentali, è ciò che è noto abbastanza; e il mostrano non solo i prodotti dell'arte, perchè sì difficile è l'ottenere delle sostanze perfettamente pure, anche col soccorso della cristallizzazione; e le sostanze minerali non meno, sebbene alla loro formazione abbiano presieduto le forze più energiche della natura, ed il tempo pure, un tempo immenso sia concorso alla produzione loro. E se pure occorresse validare in qualche modo un tal vero, l'esistenza cioè di parti accidentali ne' minerali anche i meglio caratterizzati, basterebbero quelle considerazioni del Berzelius nel suo Nuovo sistema di mineralogia sì bene chiarite. E comechè le parti che non pervennero ad una perfetta saturazione, in cui le loro tendenze non vennero appieno soddisfatte, e quelle non meno che si debbono considerare come accidentali, non possano, come si avrà occasione di far conoscere in seguito, dar cagione a notevoli mutamenti, sono questi però tali da averne qui ragione, ove si tratta di considerare gli effetti tutti del calore siccome cagione di movimenti molecolari. È certo, e le parti non soddisfatte, e le accidentali non possono a meno di tendere al moto onde vedere compiute le loro tendenze ed affinità; ed anche le forze più tenui sono quelle che debbono da noi tenere siccome capaci de' più considerevoli effetti. Per la qual cosa può dirsi forse che anche l'azione chimica abbia le sue *forze morte*.

71. Che la distanza in che si trovano le molecole de' corpi costituisca uno degli elementi della costituzione de' corpi o dell'attrazione delle loro parti, o in altri termini che questa distanza costituisca una delle forze che regolano il modo perchè le parti sono unite fra loro, è chiaro tra i fisici (1). In fatti se questa distanza si aumenti, la loro attrazione si fa minore, e viceversa si accresce se la distanza diminuisca. Per il che dobbiamo noi la distanza, o più giustamente la cagione di tale distanza, qualunque essa siasi, considerare come quella forza che si op-

(1) V. Biot, *Traité de phys.* t. 1. p. 5; Belli, *fisica* t. 1. p. 94. ed altri.

pone all'attrazione. Poste le quali cose, e tosto che da noi si ponga mente alla facoltà del calore di allontanare le molecole de' corpi, ragion comanda che da noi si argomenti essere esso valevole a fare che l'opposta forza ora diminuisca ora aumenti ne' suoi effetti; ed in quest'ultimo caso essa potrà certamente agire con maggiore energia. E qui quanto a ciò, quanto agli effetti che si debbono ascrivere all'allontanamento delle parti de' solidi, ricorderò, siccome cosa che viene in soccorso de' miei principii, quelle ricerche analitiche del Duhamel; per le quali egli prese a considerare le azioni che hanno effetto ne' corpi supposti venire, come il più delle volte accade, inegualmente riscaldati nella loro massa, cioè le azioni attrattive e repulsive, che perciò prendono nascimento fra le loro molecole; nè meno di questo si prendono da lui a calcolo le azioni repulsive che in esse hanno origine per essere i corpi riscaldati impediti nella loro dilatazione da qualche causa esterna. E sopra tutto sono degne di osservazione le equazioni differenziali a cui egli è pervenuto, relative tanto ai punti collocati nell'interno de' corpi, quanto a quelli che sono alla superficie, esprimenti le leggi dell'equilibrio e de' moti vibratorj che provengono e per le azioni meccaniche e per le variazioni di temperatura.

72. Tanto maggiori dobbiamo tenere essere gli effetti delle variazioni di temperatura se si considerino altri modi di agire del calore. E primieramente ricorderò io com'esso valga a modificare l'azione dell'affinità; in che mi riporterò a quella ingegnosa teoria dell'Ampère; con che certamente si rende ragione di molti effetti che senza di ciò sarebbero inesplicabili (1). Di quella teoria io intendo, conforme alla quale, se si alteri la rispettiva temperatura de' corpi, si perviene a determinare ora la combinazione, ora la separazione di due corpi, ciò che altrimenti non potrebbe avere effetto. E tanto maggiore sarà l'influenza di ciò se da noi si supponga, come tutto porta a credere, nelle molecole de' corpi una diversa capacità pel calore, sì che le une più che le altre possano riscaldarsi.

73. Sarebbe qui luogo di favellare de' fenomeni termoelettrici, cioè di quella proprietà di alcuni corpi per cui una corrente elettrica viene determinata solo che due parti di uno

(1) Ann. ch. et phys. t. 1. p. 383.

stesso metallo trovinsi addotte a differenti temperature; la quale fa che il calore possa cagionare anche per altra via un movimento continuo ne' corpi, come sono continue le alternative di temperatura; e del pari sarebbe qui luogo di accennare que' diversi modi perchè il calore dà cagione alle correnti elettriche. Questi fenomeni però sono così strettamente legati con quelli dell'elettricità, che mi riservo a parlarne ove si tratterà degli effetti di questa, limitandomi fuor solamente ad osservare in questo luogo, che questa proprietà del calore varrebbe da sé sola a cagionare in tutta la massa della terra una circolazione elettrica; di che si parlerà a suo luogo. Se il Delametherie considerava la terra non diversa da una pila voltiana, questo ed altri fatti confermano questa sua altissima concezione. E volendo accennare i modi tutti perchè il calore dà cagione a' movimenti molecolari, non lascerò di ricordare que' suoni che si fanno sentire tosto che si pongano in contatto alcuni metalli fra loro, l'uno de' quali sia freddo, l'altro ridotto ad un'alta temperatura; li quali furono da prima osservati dal Trevelyan e poscia illustrati dalle considerazioni ed esperienze del Forbes (1). Qualunque sia la teoria che si voglia seguire e che in seguito possa immaginarsi su tali suoni, essi ci mostreranno sempre la produzione di un reale moto molecolare in corpi solidi mercè del solo contatto di due metalli a temperature molto differenti fra loro.

74. Dopo di aver prese a considerare quelle cose che la teoria ci suggerisce, mi sia concesso spendere alcune parole ad effetto di escludere alcune obiezioni che mi vennero poste incontro allorchè per la prima volta io mi diedi ad esporre questi miei principii; tanto più che questo mi farà strada a ricordare alcuni fatti i quali vengono in soccorso della mia teoria, e che ci fanno conoscere come realmente il calore sia cagione di mutamenti molecolari ne' solidi. Io dirò dunque che mentre io faceva rilevare queste continue alternative della temperatura ed i movimenti nelle parti de' solidi, i quali debbono necessariamente conseguitarne, dall'azione appunto del calore si desumevano delle obiezioni contro questo moto molecolare. In tal

(1) Phil. Mag. and Jour. of Sc. t. 3. p. 321; t. 4. p. 15; Edinb. new Phil. Jour. t. 16. p. 183.

guisa l'autore dell'art. che leggesi nel N. 33. della Bib. Ital., mentre nega alle molecole de' solidi la facoltà di muoversi, crede poi ch'esse acquistino questa facoltà per un aumento di temperatura, e quindi per la diminuzione di coesione che perciò ha luogo ne' solidi stessi. Suppone egli che *d'ordinario ne' solidi, e massime ne' più compatti, manchi uno spazio* in cui le loro parti possano muoversi. Queste parti però, a suo avviso, divengono atte ad *un certo movimento per una semplice diminuzione di coesione*, al quale effetto è sempre necessaria *una causa esterna*, per la quale *il moto intestino delle parti viene promosso o agevolato*; e questa causa esterna che talvolta sta nell'*incalcolabile forza dell'aria, dell'acqua ec.*, o nell'evaporazione, ordinariamente consiste nell'elevazione di temperatura. Ora riducendo alla somma la sua e la mia opinione, il che si vuol fare affine di maggiore chiarezza, dirò opinar egli che le parti de' corpi solidi sieno, per la costituzione appunto de' corpi di tale natura, impediti ne' loro movimenti finchè si trovano all'ordinaria temperatura; mentre al contrario, se essi vengano riscaldati, le parti stesse si trovano allora in condizione da poter concepire un tal quale movimento. È all'opposto mio avviso che le parti de' solidi a qual siasi temperatura possano concepire un qualche movimento; e che le incessanti variazioni di temperatura a cui i corpi sono esposti operino in effetto questo movimento (oltre que' moti che procedono da altre cause). In quanto a questa mia sentenza nulla rimane ad aggiungersi appresso a ciò che si disse nel cap. III. intorno all'alterarsi la distanza delle molecole de' corpi pel cangiarsi del loro volume, se essi vengano riscaldati o si veramente freddati.

75. Ora prescindendo io da qualunque delle considerazioni generali sulla natura de' corpi le quali furono di sopra discorse, farò primieramente osservare essere la supposizione sua contraddetta dai fatti. Se in vero, come piace all'autore soprammentovato, le parti de' corpi fossero inette ad ogni movimento, di che al contrario si renderebbero idonee per un qualche aumento di temperatura, un sì fatto mutamento nella loro costituzione dovrebbe manifestarsi per effetti assai maggiori, segnatamente nella loro coesione, tenacità, elasticità ec., siccome è facile ad immaginarsi; lo che al contrario non accade. Quali diversità in

fatti si scorgono nelle qualità di un solido, per esempio, un metallo, una pietra, un legno alla temperatura ordinaria, e quelle di questi corpi stessi alquanto riscaldati? non accennando a quelli che perciò o si decompongono o si liquefanno, si fatte alterazioni essendo estranee al mio proposito. Chè anzi potrebbe dirsi di più, che, sussistendo ciò, di simili alterazioni ci avverrebbe osservare considerando i corpi nella state e nel verno, nelle regioni de' tropici e ne' climi freddi.

76. E tutto ciò converrà anche meglio all' uopo se vogliansi supporre le parti de' corpi, non solo impedita ne' loro movimenti per picciolezza di spazio, ma eziandio a contatto fra loro; in su di che veramente l'autore predetto non si esprime abbastanza da far comprendere s'egli segua quella piuttosto o questa supposizione. Torneranno, io dico, maggiormente al proposito queste mie considerazioni se trattasi di quest'ultima supposizione, imperocchè, siccome ognuno comprende a prima giunta, avrebbero a notarsi differenze veramente essenziali, e forse al di là di ogni credere, tra' corpi le cui molecole fossero a contatto, e quelli composti di parti distaccate. Oltre di che, come si avvertiva già in altro luogo (§ 38.), il supporre che pochi gradi di calore bastino ad operare il distacco delle parti medesime, sembra contrario alla ragione, attribuendosi perciò ad una lieve causa un effetto di tanto superiore ad essa. Intorno a che stimo superfluo lo spendere altre parole, siccome di supposizione che io confido essere stata da me quanto occorre mostrata insussistente.

77. Ora io credo potersi anche per altri argomenti far conoscere la non congruenza di una supposizione siccome è quella dell'autore di sopra menzionato; il perchè primamente io dico non aver noi alcuna ragione per credere che il picciolissimo aumento di distanza fra le parti de' corpi, quale può essere cagionato da un moderato calore, valga a procurare una notevole mobilità in quelle parti che senza di ciò si estimano immobili: o per valermi delle espressioni sue istesse, basti a concedere ad esse quello spazio di che mancano altrimenti. Il ferro, per esempio, secondo le osservazioni del Dalton, aumenta di $\frac{1}{790}$ in lunghezza passando dallo zero all' 100.° cent., di $\frac{1}{796}$ secondo lo Smeaton; ed altri fisici gli attribuiscono anche una minore dilatazione: $\frac{1}{81}$, Lavoisier e La Place, $\frac{1}{90}$, il generale

Roy, $\frac{1}{846}$ Dulong e Petit; e passando questo metallo dallo zero al calor bianco si dilata soltanto di $\frac{1}{80}$, cioè delle 1200. alle 1215. parti, parimente in lunghezza. Ora donde trarremo noi una qualche ragione che ci porti a supporre che un così lieve accrescimento di distanza fra le parti conceda ad esse quello spazio del quale, al dire di lui, esse maneano naturalmente? Si vede che attenendosi al computo del Dalton, il più favorevole a lui, un aumento di 10° o di 20° non produrrebbe un allontanamento maggiore di $\frac{1}{7900}$ o $\frac{1}{79000}$, senza dire che un solo grado di temperatura equivarrebbe ad $\frac{1}{790000}$. Considerazione la quale a me sembra al tutto convincente, imperciocchè l'obiezione sua si fonda interamente sulla mancanza di spazio.

78. Oltre di che ai cambiamenti di temperatura, intendendo sempre di quelli che sono inetti a far variare la costituzione di un solido, si addice lo stesso raziocinio di che mi valsi ragionando della coesione e de' limiti ristrettissimi in che si comprendono i corpi che noi conosciamo rispetto alla serie indefinita de' corpi dall'etere ai perfettamente solidi. E in vero, facendoci a considerar bene la cosa, si vede gli estremi della temperatura essere lontanissimi fra loro e forse indefinitamente lontani; e tutti que' gradi che noi possiamo produrre, ristretti fra i limiti ne' quali la costituzione de' solidi non viene alterata, non essere che pochi termini di mezzo di questa serie. Laonde niun argomento si ha per attribuire cotanta azione ad un grado o termine che, relativamente alla serie intera, non è superiore che di una quantità quasi che io dica infinitesima ad un altro, cui non si ascrive veruna azione.

79. Si disse di sopra che, a norma della dottrina dell'autore prementovato, gli effetti del calore, quali da essolui si suppongono, dovrebbero manifestarsi per alterazioni notevoli nella coesione, tenacità ec.; per il che non volendo io passare sotto silenzio quelle cose che ponno tenersi siccome contrarie a' miei principii, non tacerò quella osservazione del Tredgold; il quale dice di avere veduto la forza coesiva del ferro diminuire di $\frac{1}{30}$ per l'aumento di 150° Fahr. ($83^\circ 32$. cent.). Su di che, ignorando che altri o abbia confermata o contraddetta questa sua osservazione, mi asterrò da qualunque rilievo, fuor solamente

questo, che un tale divario nella coesione non sembra corrispondere a quelle due sì diverse condizioni di parti immobili o mobili, a contatto o distanti.

80. Se le premesse cose valgono, come io credo, a dimostrare che un lieve aumento di calore non può essere bastevole a concedere alle parti de'solidi un conveniente spazio ed una tal quale attitudine a muoversi, quando all'opposto le si tengano senza di ciò inette ad ogni movimento; vedendosi d'altronde alcune minime variazioni di temperatura esser motivo di effetti che non potrebbero altrimenti spiegarsi senza supporre a un tempo un moto, pel quale, non solo le parti medesime si avvicinano e si allontanano fra loro, ma prendono eziandio un diverso ordinamento, ragion vorrà che per noi si argomenti essere esse sempre e ad ogni temperatura atte a muoversi, che è quanto si vuol qui dimostrare. Il vetro, attenendosi alla sua espansione, quale viene determinata dalli signori Dulong e Petit, passando dallo zero alla temperatura dell'acqua bollente, si dilata nella sua lunghezza di $\frac{1}{1161}$; lo che dà per ogni grado del termometro centigrado $\frac{1}{116100}$ (c); e questo quasi che infinitesimo allontanamento è bastante perchè le parti del vetro si dispongano in modo ch'esso possa agire in riguardo alla luce come un corpo regolarmente cristallizzato, siccome osservò il Brewster accadere nelle lamine di vetro esposte a diversi gradi di temperatura. Questo fisico osservò anzi che a dare al vetro la facoltà depolarizzante di cui è naturalmente sprovvisto o, per servirmi della sua espressione, a produrre questa *cristallizzazione passeggera* basta il solo calore della mano (d). Poichè nulla, per le cose dette di sopra, ci condurrebbe ad attribuire un così grande effetto a questa causa debolissima, ove vogliansi supporre le parti dei corpi assai ristrette fra loro, convien credere che le molecole del vetro, anzi che trovarsi in tale stato, siano in ogni condizione abbastanza mobili, ed in ispazi cotanto ampii, che la più tenue circostanza valga a determinare il loro movimento molecolare. La quale conclusione si troverà tanto meglio fondata richiamandosi al pensiero ciò che si disse di sopra (§. 61.) degli esperimenti del Biot intorno alla facoltà polarizzante del vetro alteratasi in tempo delle oscillazioni sonore; perocchè si

vede non occorrere che il calore intervenga a concedere alle parti di questo corpo lo spazio di che si suppongono esse manchevoli all'ordinaria temperatura.

81. E volentosi qui riferire altro fatto in che si vedono le parti costituenti de' corpi leggermente riscaldati muoversi alquanto liberamente e cangiare, come nel caso precedente, la loro disposizione; il che non potrebbe farsi s'elleno non fossero naturalmente dotate di una tal quale mobilità anche alle più basse temperature, preferirò sopra tutte quelle osservazioni del Mitscherlich, le quali si riferiscono al solfato di niccolo, seleniato di zinco ec. Il primo di questi, conformato in prismi (figura ch'esso assume a 15.^a), esposto in vaso chiuso al calore del sole per due o tre giorni, conservando la sua forma esterna, si mostra poi internamente costituito di ottaedri a base quadrata. Analogo cangiamento, e per la circostanza medesima, si opera nel seleniato di zinco. Per la qual cosa il Mitscherlich istesso da questa e da simili osservazioni conchiude « che le « particelle isolate della materia de' corpi solidi sono mobili le « une rispetto alle altre, e che possono prendere una posizione « relativa diversa da quella che avevano da prima, senza che « il corpo che esse costituiscono divenga fluido » (1).

82. Dopo di essermi alcun poco trattenuto ad escludere le predette obiezioni, e dopo di avere accennati alcuni fatti che veramente ci fanno certi di taluni movimenti molecolari operati dal calore, affine di far comprendere quali effetti possiamo in realtà aspettarci da ciò, gioverà il far conoscere come i corpi tutti si trovino, e continuamente, sottoposti ad alternative di temperatura. Le sole variazioni e diurne ed annue basterebbero a convincerne di una tale verità. Se però voglia opporsi a ciò che molti corpi nell'interno del globo sfuggono alle variazioni dipendenti dai climi, dal moto diurno ed annuo della terra, dalle variazioni dell'atmosfera, e da tante altre cagioni che incessantemente succedonsi, avvi però, dirò io, nn'altra causa la quale in essi cagiona un lentissimo sì, ma continuo movimento di parti. E questa consiste in quella diminuzione di temperatura che non può a meno di ammettersi, tosto che si convenga intorno al procedere della terra verso un maggiore

(1) Ann. ch. et phys. t. 38. p. 65.

consolidamento (1); diminuzione che ora i fisici in generale consentono (2). Questo progressivo raffreddamento della massa terrestre, in su di che non ci è più permesso il dubitare, quantunque lo si voglia considerare tenue sì ch'esso sfugga alle osservazioni termometriche, potrà essere supposto come diviso in infinite parti, ciascuna delle quali corrisponda ad un istante di tempo; e perciò potrà dirsi che in ogni istante la temperatura (e) e quindi la densità della terra si cangi; ciò che risponde al fatto, quando si consideri tutta intera la massa della terra. Chè se in vece, come meglio si conviene, abbiasi in vista la porzione consolidata della massa istessa, e ciò che veramente accade in essa, e perciò si ponga mente al calore che si disperde continuamente per l'irradiazione, ed a quello che al contrario la porzione suddetta riceve continuamente dalla massa fusa centrale, non che dal sole, la considerazione di tutto questo ci condurrà presso a poco ad una eguale conclusione. Perciocchè in un corpo soggetto al tempo stesso a due opposte cause di riscaldamento e di raffreddamento, quantunque si avessero queste a tenere siccome tali da bilanciarsi perfettamente, avrebbe nondimeno a supporre una continua oscillazione di temperatura, e quindi una pari oscillazione nelle sue parti. La quale deduzione avrà poi a conoscersi tanto meglio conforme alla verità ed al fatto avvertendosi a ciò, che le due cause predette non ponno veramente tenersi tali da bilanciarsi perfettamente in fra di esse; imperocchè l'equilibrio tra loro cangia col tempo, siccome risulta dalle considerazioni del Fourier; la sorgente del calore interno facendosi sempre minore, benchè in modo per noi impercettibile. E questo equilibrio cangia pure in qualche parte al di sopra di quello che chiamasi *stratto di temperatura invariabile* (3), aggiungendosi quivi alle condizioni predette l'avvicinarsi delle stagioni e del dì e della notte. Egli è vero che non si tratta in tutte queste considerazioni che di quantità forse infinitesime. La estrema picciolezza però di tali quantità non vale a rendere meno vero quanto da me si sostiene; chè in natura le cause che sembra-

(1) V. cap. XII.

(2) Pouillet, *Elém. de Phys.* t. 2. p. 697.

(3) Pouillet, *l. c.* t. 2. p. 640, 697.

no meno valutabili per la loro lentezza e tenuità, sono quelle che producono i maggiori effetti. E se l'imperfezione de' nostri sensi e de' nostri strumenti, non che la brevità della nostra vita, non c'impedissero di conoscere appunto gli effetti delle cause di tal specie, vedremmo in esse delle forze produttrici de' più grandi fenomeni. E da questo freddarsi del nostro pianeta, sì ch'esso dee prendere una sempre maggiore densità e coesione di parti, potrà desumersi un forte argomento da ritorcersi in contro a que' fisici che credono le parti de' solidi e delle masse minerali atte a muoversi soltanto allorchè la coesione loro venga diminuita per un qualche aumento di temperatura. Io dico adunque che se essi negano che il moto molecolare possa effettuarsi nello stato attuale de' solidi e della massa terrestre, co' loro stessi principii si dovrà ammetterlo in questi corpi in quell'epoca della terra nella quale, quantunque consolidatasi, essa era meno ristretta nel suo volume e veramente era dotata di una più alta temperatura. E trasportandoci noi col pensiero a quelle epoche future in cui la terra sarà pervenuta ad un consolidamento anche maggiore, potrebbe addursi lo stesso argomento riguardo allo stato presente onde mostrare che l'attuale costituzione de' solidi non si oppone al loro movimento.

83. Se poi si voglia prendere a considerare quelle parti della massa consolidata della terra, le quali si trovano in contatto colla parte che è tuttavia in istato di fusione, o almeno assai presso a questa, dovendo esse perciò risentire tutta l'azione del suo calore, niuna difficoltà incontrerassi a persuadere che possano effettuarsi de' movimenti molecolari in quelle masse minerali che trovansi in così fatta condizione. I geologi in fatti, come si avrà occasione di dire altrove, ammettono che molte rocce abbiano cangiata la loro tessitura e struttura interna pel solo contatto di altre rocce in istato di fusione. Che un maggiore ma analogo effetto si abbia ad attribuire alla massa fusa che si trova nelle parti più interne della terra, e per la temperatura sua, che dobbiamo credere elevatissima, e pel tempo, è ciò che ora non abbisogna di essere dimostrato, e che ciascuno senza fallo vorrà ammettere.

84. Mi asterrò dal ricordare tutte le diverse sorgenti del calore, come cosa già ovvia tanto, che il trattenersi in su di ciò sarebbe superfluo. Accennerò bensì intorno a ciò, e il saper

noi al presente che il semplice contatto de' corpi basta a dar cagione ad isvolgimento di calore, e quelle osservazioni del Pouillet, le quali si leggono negli *Annales de chimie et de physique* (1); per le quali si vede che ogni corpo si riscalda se venga immollato, e tanto più se la sua superficie sia aumentata, come, sopra tutto si ottiene per la polverizzazione (S). Questa sorgente di calore che a prima giunta potrebbe sembrare troppo tenue e trascurabile, non è tale veramente. In fatti se si considerino, e l'alternativa di secchezza e di umidità a cui va soggetta tutta la superficie de' continenti, e le piogge di cui l'imbevono le parti incoerenti che cuoprono quasi tutta la superficie medesima e tante altre circostanze, chiunque vorrà persuadersi del valore di questa causa. « In fisica, dice lo stesso Pouillet, tutti gli effetti sono grandi quando si possono determinare con precisione e generalizzarli con certezza; imperocchè le cause naturali più imponenti e le più grandi, non sono quelle che agitano la materia con la maggiore violenza, ma bensì quelle che agiscono in su di essa nel modo il più costante ed il più universale. » Questa verità, omai consentita dall'universale de' sapienti, non solo si addice a questo caso particolare, ma a molte di quelle forze naturali da me prese in considerazione in questo mio libro.

85. Conviene adunque considerare l'azione del calore sotto tre diversi aspetti: 1.^o tenendo le parti de' corpi in uno stato di continua oscillazione, costituisce una circostanza per cui esse possono meglio obbedire alle altre forze che tendono ad indurre un qualche cambiamento ne' corpi stessi; 2.^o cambiando la distanza e la relazione di distanza fra le parti, indirettamente opera che l'attrazione delle parti stesse si cangi; 3.^o promovendo lo sviluppo dell'elettricità, gli effetti di cui si vedranno nel seguente capitolo.

(1) T. 20 p. 141.



NOTE AL CAPITOLO VI.

(a) A prò della mia tesi avrei potuto giovarmi della ipotesi pochi anni sono annunziata dall'Ampère (Bib. Univ. mars 1832. p. 225.), e segnatamente di quanto egli dice de' fenomeni del calore prodotti da semplici vibrazioni; dell'attrazione e ripulsione essenziali alla materia; del non cessar mai gli atomi dal vibrare. In questa sua ipotesi però egli ha nel resto accumulato non poche supposizioni, perchè a maggior dritto mi parve dovermi astenere dal trarre da essa alcun argomento a prò mio.

(b) Analoga idea ebbe il Rendu in quanto alla magnetizzazione; supponendo egli che alcuni movimenti ajutino la tendenza che i diversi elementi di un corpo hanno a disporsi nella foggia conveniente alla produzione dei poli magnetici. Fra' quali movimenti egli annovera quelli prodotti dalla lima, dal semplice stropicciamento, e simili. (Bib. Univ. S. et A. t. 39. p. 65.)

(c) L'Huüy (Traité élém. de Phys. t. 1. p. 162.) porta la dilatazione del vetro soltanto a $\frac{1}{7,000,000}$ per ogni grado R.; il che corrisponde a $\frac{1}{1,136}$ dallo zero all'ebollizione.

(d) Possono ricordarsi a tale proposito quelle osservazioni del Brewster medesimo e d'altri fisici, del Marx, del Rudberg, come vaevoli pur esse a dimostrare la mobilità delle parti de' solidi pel calore. Dico di quelle dirette a stabilire l'influenza della temperatura sulle proprietà ottiche de' corpi cristallizzati e sullo spostamento che perciò avviene ne' loro assi ottici. Per citarne un esempio dirò che, secondo le ricerche del Marx, nel topazio giallo del Brasile l'elevazione di temperatura vale ad alterare l'angolo apparente della inclinazione degli assi predetti di 20° (L'Institut. 2. an. p. 60.)

(e) Avvertasi di non confondere questo abbassamento della temperatura della intera massa della terra colla temperatura della sua superficie; la quale indipendentemente dal variare delle stagioni, ec., ora si tiene come quasi costante, per essere il raffreddamento prodotto dall'irradiazione quasi perfettamente compensato dal calore centrale, dal sole ec.

(f) Per l'etiologia di questo fenomeno possono vedersi: Poisson, *Bull. Univ. Sc. Math.* juin. 1830. p. 410; Pouillet, *Élém. de Phys.* t. 1. p. 420.

C A P I T O L O VII.

Moto molecolare considerato quale effetto necessario dell'affinità.

86. « Secondo i noti esperimenti, dicono il Babinet e
« l'Ampère (1), ne' quali due corpi della stessa natura, ma a
« differenti temperature agiscono galvanicamente l'uno sul-
« l'altro, egli è probabile che le correnti del globo si deb-
« bano in parte all'azione calorifica del sole; il quale, attra-
« versando nel suo moto diurno tutti i meridiani andando
« dall'est all'owest riscalda successivamente tutte le parti del
« globo che sono sotto questi diversi meridiani, e stabilisce
« così delle correnti determinate. » Se avendo presente al
pensiero questa facoltà perchè i corpi diversamente riscaldati
agiscono galvanicamente fra loro, all'alternativo riscaldamento
prodotto dal moto diurno del sole si unisca (2), e la corrente
del calore che ha effetto dal centro della terra alla periferia,
e la irradiazione alla sua superficie, e quella corrente che va
dal piano dell'equatore ai poli: cioè da quella parte che da
un sì gran numero di secoli viene continuamente riscaldata
dai raggi solari verso quelle che risentono meno la loro in-
fluenza; e si consideri pure quell'alternativo freddarsi e riscal-
darsi della superficie della terra che procede dalle stagioni (3);
e finalmente se pongasi a calcolo ciò che si è detto or ora del
riscaldamento che soffrono i corpi se vengano bagnati; mol-
tiplicandosi in tal guisa le cause per cui le diverse parti del no-
stro globo sono portate a differenti gradi di temperatura,
moltiplicherannosi necessariamente del pari le circostanze per
le quali queste parti stesse possano agire fra loro siccome
corpi diversamente elettrizzati; e quindi converrà che noi sup-

(1) Thomson, Syst. de chim. t. 5. suppl. p. 254.

(2) Fourier, Ann. ch. et. phys. t. 13. p. 420.

(3) Id. Ann. ch. et. phys. t. 27. p. 147.

poniamo un maggior numero di correnti elettriche aver luogo nel suo interno. Per la qual cosa anche meglio importanti riusciranno quelle deduzioni che i due predetti fisici traggono appunto dalle considerazioni loro qui sopra riferite, cioè: « non essere al tutto possibile che in una riunione di materiali eterogenei, siccome è il globo, le azioni galvaniche non diano cagione a correnti, le quali, supposte anche di una intensità picciolissima, avranno nondimeno un effetto sensibile in forza della loro molteplicità (1). »

87. Se oltre queste considerazioni, le quali ci fanno conoscere in quanti diversi modi i componenti del globo sieno portati a differenti temperature, si ponga mente ai fenomeni termo-elettrici, illustrati dalle ricerche del Seebeck (2), delli Fourier ed Oersted (3), del Becquerel (4); per le quali si vede che le variazioni di temperatura, tanto per riscaldamento quanto per raffreddamento, ne' punti di contatto de' corpi, bastano a produrre uno sviluppo di elettricità, questi fenomeni pur anche ci prestano un qualche argomento per credere questi medesimi componenti essere continuamente soggetti a correnti elettriche. Io dico che una non ispregievole analogia portandoci a credere che quanto accade ne' metalli avvenga pure in tutti i corpi allorchè ne' loro punti di contatto accade un aumento od un abbassamento di temperatura, potressi supporre almeno che in una massa siccome è la terra composta di elementi sì vari ed eterogenei, v'abbia un numero poco meno che infinito di punti in cui la elettricità si sbilanci, e da cui abbiano perciò origine tante correnti, che ad ogni istante si rinnovino e che in tutti i sensi attraversino questa massa istessa. E se si osservi che per avere l'Oersted moltiplicati i punti di contatto fra due metalli alternandoli fra loro, costruendo così una sorte di piliere termo-elettrico, sia giunto a tanto, che in tal caso bastava a produrre lo sviluppo di elettricità il premere fra le dita i punti in cui gli elementi metallici si univano gli uni agli altri, affidandosi sempre all'analogia predetta, sarebbe facile l'immaginare che i più leggieri cambiamenti di tempe-

(1) L. c.

(2) Ann. ch. et phys. t. 22. p. 199.

(3) Ib. p. 375.

(4) Ib. t. 23. p. 135.

ratura valgano a produrre de' sbilanci e delle correnti elettriche. E gioverà qui ricordare come le correnti termo-elettriche si determinino così in un solo metallo, se esso sia dotato di un tessuto cristallino; come accadde di osservare al Seebeck. E questa che io espongo come cosa solamente probabile, ma certo non contraria alla ragione, è ciò che avrassi poi a tenere in miglior conto ove piaccia seguire l'etiologia che il Pouillet ideò intorno a' fenomeni termo-elettrici; volendo egli per lo appunto dedurre cotali fenomeni da una proprietà comune a tutti i corpi (a).

88. Conoscendosi inoltre mediante questo nuovo genere di esperimenti che, non solo il calore vale a cagionare uno sbilancio di elettricità allorchè esso viene applicato ai punti di contatto di due corpi di diversa natura, ma che un pari effetto ha luogo fra le parti di un medesimo metallo se esse sieno portate a differenti temperature (1), sì che riscaldando un solo filo metallico in diversi punti della sua lunghezza si giunge a fare di esso una sorte di pila, si avrà a credere, se questo, come gli effetti di sopra discorsi, si possa estendere ai corpi in generale, che anche indipendentemente dalla varia natura e composizione degli strati che compongono il globo, il calore possa cagionare in questo delle correnti di elettricismo. Intorno a che meritano inoltre di essere considerate le sperienze dello Sturgeon (2); per le quali egli ha fatto conoscere come il tessuto cristallino (non che forse altre condizioni ancora) renda i corpi omogenei atti a manifestare de' fenomeni termomagnetici per l'applicazione del calore su di uno de' punti della loro massa. Similmente opina il Becquerel (3) che negli esperimenti che si tentano affine di determinare per mezzo del calore ne' circuiti formati da un solo metallo le correnti termo-elettriche, l'esistenza de' corpi estranei, come il carbonio nel ferro ordinario, abbia influenza sugli effetti; altra condizione degna di essere ricordata fra quelle che concorrono a moltiplicare ed a favorire tali sbilanci; e tanto più ch'essa verificasi pressochè in tutti i corpi della natura.

(1) Ann. ch. et phys. t. 22. p. 200. t. 23. p. 135.; N. Bull. Philom. 1823. p. 108.

(2) Phil. Mag. and Ann. of Phil. n. 55. p. 1. n. 56. n. 116.

(3) Ann. ch. et phys. t. 46. p. 340.

89. Possono in fine mentovarsi le sostanze piro-elettriche, siccome quelle che ci fanno conoscere esservi taluni corpi in cui anche per un uniforme riscaldamento nella loro massa, e senza che occorra l'intervenimento di alcun'altra circostanza, si manifestano due opposti poli. E viemmeglio si avrà a tener conto di questo fatto, dappoichè si è trovato questa facoltà non più ristretta alla tormalina, essendo anzi comune a molti corpi (b).

90. A queste diverse circostanze dipendenti dal calore, per le quali l'elettricità si manifesta, altre e non poche conviene che si aggiungano, le quali mai farò qui ad accennare brevemente ad una ad una.

1. *Evaporazione.* Credeva già il Volta che lo innalzarsi de' vapori acquosi, ed in generale l'evaporazione desse origine ad uno sbilancio di elettricità; il perchè i vapori, al dire di lui, tranne alcuni pochi casi, trovansi elettrizzati positivamente, prendendo lo stato opposto i corpi da cui i vapori stessi sollevansi. E se le più recenti osservazioni del Pouillet contradicono un tale principio, negando alla semplice evaporazione il dar cagione a segni elettrici; comprovando egli d'altronde che ciò ha effetto sempre che la evaporazione istessa sia accompagnata da una qualche decomposizione, od anche da una semplice separazione di principii, siamo portati non meno alla conclusione medesima intorno all'elettricità che debbe svolgersi nelle evaporazioni. Formerebbe eccezione l'acqua perfettamente pura; la quale però, come osserva il fisico istesso, può dirsi non esistere in natura.

Lo stesso accade per l'effervescenza, la quale produce un'evaporazione.

2. *Liquefazione e solidificazione.* Quantunque il Pouillet ponga per principio non essere il cambiamento di stato dei corpi una condizione tale perchè si manifesti il menomo indizio di elettricità; quanto alla liquefazione, oltre ciò che fu avvertito già dal Van-Mons (1), si sa al presente, per gli esperimenti del Grothus (2), che la rapida fusione del ghiaccio, il quale si contenga in una bottiglia di Leida, fa che essa

(1) Note alla Filos. chim. del Davy, nota 26.

(2) Ann. ch. et phys. t. 27. p. 111.

prenda una elettricità positiva nella sua esterna armatura. Nè diverso è l'effetto della solidificazione; il che fu comprovato dallo stesso fisico mediante un esperimento inverso; pel quale ebbe egli a convincersi che la congelazione dell'acqua carica la bottiglia di Leida positivamente nell'interno (1). Risultamento conforme a quello dell'illustre Davy; da cui si ottennero manifesti segni di elettricità nel rapprendersi dello zolfo; per la qual cosa egli fu tratto a riguardare almeno come probabile che un tale effetto sia comune a tutti i mutamenti di stato (2). Si sa in fine che la cera ed il cioccolato, rapprendendosi, divengono elettrici a segno d'attrarre i corpi leggieri. Ma ciò che sopra tutto dee determinare il nostro giudizio su questo particolare, almeno quanto al risultamento, si è il vedersi la scintilla elettrica ogni volta che si procuri sotto la campana pneumatica per l'evaporazione dell'etere la congelazione dell'acqua in un matraccio a collo sottile che non sia al tutto pieno. Scoeca essa spontaneamente dal collo del matraccio pochi istanti prima che la congelazione abbia effetto; fenomeno attestato dal prof. Pontus e confermato dal Julia Fontenelle. Chè anzi il Becquerel assicura di avere osservato un simile effetto nel punto della formazione de' cristalli nelle soluzioni (3).

3. *Compressione.* Riguardo all'elettricità che sviluppa per la compressione, già notata dal Coulomb e dal Libes, le successive sperienze dell'Haüy, e segnatamente quelle del Becquerel (4) considerate in tutti i loro particolari, pongono fuor di ogni dubbio essere una tale circostanza fra quelle che danno cagione a sbilanci elettrici. L'esfoliazione di alcuni corpi, e forse delle sostanze cristallizzate tutte, la quale può in qualche modo ridursi ad una azione opposta alla pressione istessa, è cagione di analoghi effetti (5). Li quali, se d'ordinario abbisognano de'soccorrimenti dell'arte per essere fatti palesi, in alcuni casi all'opposto si manifestano spontaneamente in tutta la loro energia; di che abbiamo un esempio nelle detonazioni

(1) L. cit.

(2) Filos. chim. t. 1. p. 77. trad. del Moretti.

(3) Jour. de chim. med.; juil. 1833. Veggasi in su di ciò Enrico Rose intorno all'apparizione della luce durante la cristallizzazione.

(4) Ann. ch. et phys. t. 22. p. 5. et s.

(5) Id. l. c. p. 16. et s.

che succedono nella separazione delle superficie dello *Slickensides* (1). Al che io avviso potersi non meno riferire quella manifestazione di luce che si osserva nel fendersi che fanno spontaneamente alcuni corpi, come, per esempio, l'acido borico; tale essendo pure l'opinione del Berzelius (2).

4. *Azione capillare.* L'elettricità che si svolge per l'azione capillare fu già dimostrata dal Becquerel (3); avendo egli veduto ch'essa si manifesta nel tempo che una spugna di platino ovvero il carbone assorbono un qualche liquido.

5. *Azione dell'acqua sui metalli.* Abbenchè l'Oersted ed il Becquerel avessero dalle loro osservazioni conchiuso che non v'ha manifestazione di elettricismo pel contatto di un solido e di un liquido, se questo non sia seguito da una azione chimica, quest'ultimo assicura essere riuscito per altre sue posteriori esperienze a vedere degli effetti elettrici ponendo l'acqua in contatto co' metalli. Ed egli sembra veramente che ciò si possa argomentare anche in altra guisa, indipendentemente dalle osservazioni predette. Ponendo mente all'azione chimica che l'acqua esercita sui metalli in generale, se pure si voglia eccettuarne il platino, l'oro, il rodio ec., ed avvertendo parimente a quegli esperimenti del Do la Rive, pe' quali egli vide determinarsi la corrente galvanica a norma dell'azione che i diversi liquidi da essolui impiegati esercitavano sui metalli dei quali componevasi il suo piliere, ragion vorrà che si conchiuda una pari manifestazione, quantunque di minore intensità, dover riuscire dall'azione dell'acqua in sui metalli.

6. Il contatto di un metallo colla fiamma dell'alcoole, dell'idrogeno, della carta bruciante, fu similmente dal Becquerel riconosciuto come una delle condizioni vevoli a determinare uno sbilancio elettrico; e gli autori del Giornale di Fisica, Chimica ec. di Pavia assicurarono dappoi (4) di avere ottenuti de' segni non equivoci di corrente elettrica pel solo porre a contatto il platino col gas idrogeno (c).

(1) Edinb. Jour. of Sc. July 1829. p. 186. Bull. Univ. Sc. nat. juin. 1830. p. 374.

(2) Trait. de chim. t. 2. p. 105.

(3) Ann. ch. et phys. t. 24. p. 341.

(4) Dec. II. t. 7. p. 244.

7. *Azione chimica.* Che l'azione chimica costituisca una delle sorgenti dell'elettricità, è veramente l'opinione di alcuni illustri fisici, e segnatamente del De la Rive. Altri però, fra' quali noterò in particolare il Davy, tengono per l'opposta sentenza, e nella elettricità in vece amano considerare la causa dell'azione chimica; nè tacerò quest'ultima sembrare a me la meglio conforme ai fatti, e che le osservazioni del Bouchardat valgono a convalidare una tale sentenza (1). Qualunque però di tali dottrine abbiasi a preferire, ciò che il porre a disamina sarebbe qui fuori di luogo, l'un effetto o causa va sempre unito all'altro; ed in questo ed in quel caso avrassi perciò del pari a concludere essere innumerevoli gli sbilanci elettrici che incessantemente si operano ne' corpi che ci circondano, ed in tutta la massa del nostro pianeta, e forse nell'universo intero; che è quanto importa al mio proposito. Attenendomi pertanto ai fatti, indipendentemente da qualunque teoria, noterò che una corrente elettrica viene determinata tutte le volte che l'azione chimica si esercita fra un alcali ed un acido, fra un ossido metallico elettro-positivo ed un altro elettro-negativo; in somma sempre che una qualche azione abbia effetto fra due sostanze dotate di opposta tendenza elettro-chimica, considerata questa, non già assolutamente, ma ne' corpi che si portano a contatto relativamente fra loro; e perciò anche ne' casi di semplice soluzione: cioè degli acidi, degli alcali, de' sali ec., nell'acqua, degli acidi negli acidi, e così va discorrendo. E finalmente si sa avere il Pouillet trovato nell'azione chimica che le piante esercitano sull'ossigeno dell'aria una sorgente di elettricità (d).

91. Appresso alle quali cose tosto e naturalmente una conclusione si presenta al pensiero, ed è questa, che forse non v'ha circostanza dipendente da' fenomeni naturali che non debba dar cagione ad una corrente elettrica. E se molte di queste possono forse riguardarsi come di una tenuissima energia, ciò viene compensato dalla loro molteplicità. Oltre di che alcune sono frequentissime, e si operano in masse considerevoli. Tali sono l'evaporazione incessante alla superficie de' mari, laghi, fiumi (e), la liquefazione e la consolidazione che, considerate solo nelle nevi e ne ghiacci, si vede tosto quanto grandi essere

(1) Ann. ch. et phys. t. 53. p. 284.

ne debbano gli effetti. Nè certamente sotto un tale aspetto l'azione capillare è tale che si abbia a trascurare; imperocchè essa debbe effettuarsi in tutti i materiali che formano la superficie della terra i quali possano ammettere un liquido fra le lamine, i filamenti, le fenditure, i pori delle loro masse. Al quale proposito viene qui in acconcio il ricordare quelle correnti prodotte per l'influenza o induzione di altre correnti e pel magnetismo; ciò che pure può noverarsi fra quelle cagioni perchè le correnti elettriche si perpetuano e si moltiplicano nella massa del pianeta che ci sorregge; il perchè gioverà aver presente al pensiero quanto illustri fisici ebbero ad osservare intorno a ciò. Comechè un tale effetto sia istantaneo, non è però da trascurarsi e fra le sorgenti dell'elettricismo, e fra quelle condizioni che possono dar cagione a correnti elettriche e quindi a rimutamenti nella massa della terra, ricordando qui anche una volta ciò che si disse or ora, che i più grandi effetti naturali spesso dipendono da minime cause, che si rendono poderosissime, o perchè si fanno continue, o perchè si ripetono pressochè ad ogni istante. Ed intorno agli effetti delle induzioni elettro-dinamiche questo conviene che si noti; che per le correnti così prodotte si ottengono, al pari che per l'elettricità voltaica, gli effetti chimici, come sappiamo per le osservazioni dell'Hacheue (1), del Pixii (2), del Botto e de' signori Nobili ed Antinori (3). E gioverà pure l'avvertire, tanto più che questa induzione negli esperimenti de' fisici si opera accostando fra loro l'un corpo all'altro, ciò che non può suppersi accadere nella massa della terra, che i fili o altri corpi che si suppongono agire reciprocamente per questa forza d'induzione, anzi che accostarsi gli uni agli altri, « possono, dice il Nobili, amen-
« due essere immobili, e dar luogo allo stesso ecitamento
« facendo sparire e ricomparire la corrente del filo voltaico:
« all'atto in cui la corrente s'introduce su questo filo, si svolge
« sull'altro la corrente contraria; all'atto in cui la corrente
« svanisce, si riproduce dall'altra parte l'effetto inverso d'una
« corrente che va nel senso della corrente estinta (4). ». E ciò

(1) Ann. ch. et phys. t. 51. p. 72.

(2) Ib. p. 76.

(3) Antol. di Fir. n. 142. p. 61.

(4) Ib. n. 142. p. 35.

si rende tanto più degno di considerazione sendo che, come ha fatto vedere il Gauss, « il magnetismo della terra è in uno « stato continuo ed incessante di fluttuazione, non dissimile « dalle onde del mare e dell'atmosfera (1). »

92. E se fosse pur uopo il dimostrare anche per altra via la incessante durata di queste cause; che le correnti elettriche, le quali investono il nostro pianeta, non restano giammai, i fenomeni del magnetismo ce ne presterebbero la più chiara prova. Tenendosi ora dai fisici i fenomeni dell'ago magnetico non procedere da altra causa che dalle correnti elettriche (f), e vedendo come non accada mai, neppure per un istante, che gli aghi cessino dalla loro tendenza ai poli, conviene dire che del pari le azioni elettriche, che ne sono la causa, non si sospendano giammai. E se il magnetismo ci presta, come ho detto, ragioni per argomentare le correnti elettriche che scorrono attraverso delle masse minerali, anzi della massa intera della terra, i fenomeni delle verghe calamitate ne attestano pur essi un movimento molecolare nelle loro parti integranti. Il venire esse calamitate talvolta sul solo strofinamento con corpi duri, diversi dal ferro e dall'acciajo, la polarità comunicata per la sola torsione; e molto più il vedere che spesso il togliere o troppo sovente o troppo violentemente l'ancora vale a togliere la polarità alle verghe calamitate; in fine l'osservarsi come le figure magnetiche, che d'ordinario si serbano per anni interi sulle lamine d'acciajo, in pochi minuti per la percossa s'indeboliscono o si dileguono; tutto ciò doveva farci supporre che tali effetti dipendano da spostamenti delle molecole integranti. Ciò acquista però un nuovo grado di probabilità dopo gli esperimenti dell'Haldat, ed egli stesso il fa notare; il quale, dopo di avere empito un cilindro di ottone di limatura di ferro, ed avere co' processi ordinari dato a ciò una polarità del pari distinta e permanente, come avrebbe potuto avere una verga di ferro della dimensione medesima; vide poi la polarità istessa diminuire agitando un cotai poco quella limatura, e finalmente dileguarsi affatto allorchè le parti si erano confuse del tutto (2).

(1) *Eco du monde Savant* n. 410. p. 83.

(2) *Ann. ch. et phys* t. 65, p. 214.

93. E se l'esistenza di tali correnti, dalle quali il Berzelius ed altri ancora avvisano essere la terra attraversata in tutti sensi, ed a cui egli attribuisce quella incessante attività, per la quale la terra istessa è soggetta a continui cambiamenti, distruzioni e nuove formazioni; questa esistenza, io dico, se da un lato essa ci viene indicata dalla teoria, dall'altra ci si manifesta pe' fenomeni meteorologici, pe' tremuoti, pe' vulcani, ed in tante altre guise, perchè la teoria e l'osservazione trovansi vicendevolmente convalidate tra loro (g).

94. Quali e poderosi effetti possiamo aspettarci da una causa di cotanta energia, è ciò di che potremo formare una qualche idea ponendo mente all'azione quasi momentanea dei nostri sperimenti, mentre illimitata è la durata di quelle azioni, di quelle forze che hanno effetto nella massa terrestre, e tanto più se riflettasi che anche quegli apparecchi che a noi sembrano giganteschi, sono infinitamente piccoli in relazione a quelli della natura. E poichè ciò non ostante si giunge con essi ad effetti alquanto grandi, avrassi a dire che immensamente maggiori esser debbono quelli che, quantunque lentamente, si operano nelle masse minerali.

95. Uno degli effetti i quali costantemente accompagnano lo sviluppo di elettricismo, si è la elevazione di temperatura, e quindi, siccome necessaria conseguenza, la dilatazione de' corpi; sia che questo dipenda dall'essere il calore svolto mediante l'elettricismo, ovvero per essere l'uno una semplice modificazione dell'altro; lo che non è qui luogo di esaminare. E questo, perchè si vedono talvolta ne' nostri esperimenti i metalli, non solo arroventarsi, ma fondersi eziandio e volatilizzarsi, non lascerà di operare effetti non meno grandiosi nel seno della terra, e sopra tutto in que' grandissimi sbilanci a cui si debbono gli sconvolgimenti atmosferici.

96. E forse alla facoltà che ha l'elettricità di dilatare i corpi si debbe ciò che osservava il Porret (1): cioè poter l'acqua per la sua influenza attraversare un corpo che altrimenti sarebbe impermeabile a questo liquido (h). A questo modo di agire dell'elettricità conviene inoltre che si aggiunga quell'azione dinamica ch'essa ci manifesta e negli esperimenti

(1) Ann. ch. et phys. t. 2. p. 138.

dell' Herman (1); ne' quali egli vide formarsi delle correnti nell' acqua, nell' acido solforico, nella soluzione del carbonato di potassa; eccitarsi de' movimenti ondulatorii nel mercurio, mentre questi liquidi vengono sottoposti all' azione della pila; ed in quelli del Davy, pe' quali il mercurio si osservò da lui prendere un movimento di rotazione allorquando la sua massa era percorsa da una corrente galvanica ed al tempo stesso trovavasi sottoposta all' azione di una calamita (2). Per lo che il Pouillet (3), parlando di questo nuovo fenomeno, ebbe ad avvertire ch' esso anche più da vicino di ogni altro riguarda le affezioni che le correnti possono imprimere alla materia ch' esse attraversano. E finalmente accennerò a que' movimenti di rotazione che il mercurio ed altri metalli fluidi prendono per la sola azione della pila; siccome osservava l' Herschel negli esperimenti da essolui comunicati alla Società reale di Londra nella tornata del 12 di marzo 1824 (4); e molto più que' movimenti di rotazione, circolazione, irraggiamento, ec. dal medesimo osservati nel mercurio, nelle sue amalgame, non che nella lega di stagno, piombo e bismuto tenuta in istato di fusione; i quali egli riferisce nella lezione bakeriana che si trova negli *Annals of Philosophy* (5). E più delle predette cose, le quali risguardano alcuni liquidi, gioverà il far vedere come l' elettricità valga ad indurre de' movimenti molecolari ne' corpi solidi. Forse verrebbe qui in acconcio il dire che non mancano alcuni fisici, i quali credono che la calamitazione artificiale, anzi che consistere in correnti elettriche, le quali girino d' intorno alle particelle de' metalli magnetici, abbiasi a considerare nella materia propria de' corpi, sì che essa si operi per l' impulso che le particelle ricevono dalle correnti elettriche; ciò che è conforme a quanto si disse non ha ancor molto. Ciò però si rende più chiaro ancora per la seguente osservazione. Il Pearsealt credeva già doversi conchiudere da' suoi sperimenti, intesi a promuovere la fosforescenza e la colorazione de' corpi per mezzo dell' elettricità, che dando

(1) Ann. ch. t. 77. p. 3.

(2) Ann. of Phil. n. ser. n. 37. p. 22.

(3) Bull. de Ferussac, mars 1824. phys. p. 160.

(4) Ann. of Phil. n. 1. n. 39. p. 233.

(5) N. S. n. 45. p. 170. n. 46. p. 271.

questa cagione a vibrazioni nelle parti di alcuni corpi, basti essa forse perciò a fare che si alteri la loro struttura. (1). Così anche questa sua induzione sia certo abbastanza fondata; le più recenti osservazioni del Becquerel varranno viemmeglio a far conoscere come l'ordinamento delle molecole de' solidi si cangi in qualche modo sotto l'azione dell'elettricità. Ha egli veduto, confermando ciò che aveva di già annunziato il Nairne, che alcuni fili metallici, allorchè sono attraversati da una scarica elettrica, incapace di fonderli, ma valevole ad arroventarli, si raccorciano, al tempo stesso che essi aumentano di diametro. Questo può forse, è vero, come da lui si crede, ascriversi alla forza espansiva della scintilla; ma questo basta non di meno a farne certi di un movimento molecolare forse istantaneo. Se però si faccia che que' fili vengano attraversati da un certo numero di scariche elettriche, essi prendono una forma ondulata. « Questa forma si debbo essa ad un movimento delle molecole del filo perpendicolarmente alla sua lunghezza, ovvero dipende dalla sua contrazione? » (2) Così si dice nel rendere conto delle osservazioni predette. Ma qualunque di tali opinioni si segua, ci porta questo ad ammettere in que' fili un reale movimento molecolare, perchè le parti prendono un nuovo ordinamento fra loro; ciò che si fa permanente, anzi che istantaneo, come nel caso precedente. E se a quest'azione dinamica dell'elettricità abbiasi ad ascrivere effetti numerosi e forse oltre ogni credere grandi; è ciò che non si potrebbe più rinvocare in dubbio; benchè si renda impossibile quasi alla nostra mente il comprenderli tutti. Eguale conclusione trassero pure li signori Ampère e Babinet, come si vede ne' passi riferiti in principio di questo capitolo; al che si aggiunge che lo stesso Herschel, dopo di avere discorsi gli esperimenti suoi or ora menzionati, non dubita di riguardare come probabile che molti fenomeni di piccoli movimenti intestini, ordinariamente ascritti ad altre forze, possano riferirsi alla causa stessa.

97. E tanto più questo avrà a dirsi, se oltracciò si ponga mente all'essere quest'azione dinamica dell'elettricità valevole

(1) Ann. ch. et phys. t. 49. p. 366.

(2) Eco du Monde sav. n.º 426. p. 211.

a trasportare i principii de' corpi attraverso de' corpi medesimi, e quindi conchiuderne i più grandi effetti doverne riuscire siccome necessari risultamenti (1). I trasporti che il Davy persegue ad operare mediante l'elettricità della pila (2), da' quali egli seppe trarre le più importanti conseguenze nella sua Filosofia chimica, sono tali che, ammessa l'esistenza delle correnti elettriche nella massa della terra, è forza riguardare come un effetto inevitabile della loro azione una continua circolazione di principii nella massa istessa. E in fatti, se ne' suoi esperimenti veggonsi alcune sostanze penetrare in poco d'ora de' fascetti di amianto, quali effetti non si opereranno da una simile causa senza limite di tempo protratta? Questa riflessione non sfuggiva al Davy stesso; per lo che egli disse che « questa facilità loco-motrice, che le forze elettriche danno agli « elementi de' corpi, facilita la spiegazione de' fatti principali « che presenta la geologia, e per sino di quelli in fra di essi « che sono stati fino al presente involti in un profondo mistero » (3). Il Becquerel tiene anzi non potersi assegnare la spiegazione di taluni fenomeni senza ricorrere appunto a questa azione dell'elettricità. « Allorchè, dice egli, si osservano nella terra delle sostanze, le quali hanno sofferto in tutta la loro massa delle modificazioni, sia per intrusione di elementi estranei, sia per cambiamento nella disposizione delle loro parti costituenti, si comprende come in ciò vi abbia ben altro che affinità chimiche, e come sia mestieri ammettere delle forze le quali trasportino gli elementi attraverso ai corpi stessi. Le correnti elettriche, che noi veda, riuniscono bene in sé la maggior parte delle condizioni che si richiedono per rappresentare queste forze » (3).

98. Nè meno energica che ne' trasporti, l'azione dell'elettricismo si mostra nelle decomposizioni che per essa si ottengono; le quali essendo note abbastanza, sarebbe superfluo il riferire qui ad una ad una. Porta il pregio però che si accennino quegli esperimenti del Becquerel medesimo; pe' quali egli pervenne, non solo a decomporre delle sostanze saline, ma ad

(1) Bib. Brit. S. et A. t. 35. p. 16. 141.

(2) Bib. Brit. S. et A. t. 35. p. 183

(3) Ann. ch. et phys. t. 46. p. 265.

ottenere la riduzione ancora di alcuni metalli; il ferro, il zirconio, il glucinio, il titanio, e ciò che è sopra tutto da notarsi, il magnesio; ed a tanto riusciva egli adoperando apparecchi elettromotori debolissimi (1). Lo che ci presta in vero il modo di argomentare quanto maggiori effetti abbiano ad operarsi in seno della terra mercè delle correnti elettriche poderosissime che in esse si operano incessantemente. E conformemente a questi suoi principii, essendosi assicurato che il perossido di manganese, l'antracite e la piombaggine pel loro contatto coll'acqua chimicamente pura danno motivo ad effetti elettrici; e notando egli che queste sostanze si trovano o in grandi masse e in depositi notevoli nel seno della terra, si conchiude da lui che, ove queste masse vengano a contatto coll'acqua, debbono necessariamente riuscire pari effetti, i quali col tempo conviene che si facciano cagione di effetti geologici, « di cui non possiamo noi ancora valutare nè l'estensione nè la conseguenza. (2). » E dicasi così delle ricomposizioni che per tal mezzo promuovonsi e che ci si manifestano eziandio negli elementi stessi della pila; nella quale, mentre alcuni corpi si decompongono altri entrano in nuove combinazioni; ed i suoi dischi, le sue lamine, i suoi fili si ossidano. E qui giovi il notare che, ove si fatte decomposizioni si operino nella massa della terra, convien credere che molti principii, isolandosi, tornino allo stato nascente, circostanza, come ognuno sa, valutabilissima, siccome quella in che i corpi esercitano la loro azione chimica in tutta la sua energia, e come io confido di aver fatto conoscere in altro mio scritto (3). Per il che ridotti a tale essi pure concorreranno a dar cagione a nuove decomposizioni e ricomposizioni; le quali anderanno così succedendosi a vicenda, e quasi che io dica per sé stesse perpetuandosi. Ed in queste azioni chimiche provenienti dalle correnti elettriche, anche attenendosi alla teoria dell'ill. Davy, si avrà a riconoscere una causa onde le correnti stesse si riproducano e si rendano incessanti. Conciosiachè, ogni azione chimica venendo, come si disse or ora, accompa-

(1) Ann. ch. et phys. t. 48. p. 337.

(2) Ann. ch. et phys. t. 60. p. 172.

(3) Risposte ad alcuni quesiti, in Meli Cholera morbus in Italia, Par. 2. p. 193.

gnata da variazione di temperatura, questo effetto, a norma delle cose precedentemente discorse, diverrà causa di nuove azioni elettriche, e queste di altre azioni chimiche. E come questo accada, quali immensi effetti possano riuscire: cioè quali sbilanci di elettricità possano venire dalle decomposizioni chimiche che io suppongo operarsi nell'interno delle masse minerali, può rilevarsi dalle osservazioni del Peltier (1). Ecco come si rende conto di queste sue osservazioni nell'*Eco du monde savant*. « Questo dotto sperimentatore ha raccolto e
 « misurato tutta l'elettricità ch'egli ha potuto ottenere dall'os-
 « sidazione di un *milligrammo* di zinco, sia sotto forma sta-
 « tica, sia sotto forma dinamica. Egli ha trovato che questa
 « ossidazione produceva una corrente della intensità di un grado
 « statico che durava più di un anno e 35 giorni. Se si prenda
 « un *secondo* per unità di tempo, ed un milligrammo di zinco
 « per unità elettro-motrice, e si voglia valutare quanto zinco,
 « che soffre l'azione chimica per un secondo, abbia abbisognato
 « per produrre una corrente di un grado; siamo sbalorditi dal
 « numero che ne risulta. Se in Astronomia noi abbiamo a ma-
 « ravigliare della immensità de' numeri che occorrono per mi-
 « surare quegli spazi interminati, qui noi cadiamo al contrario
 « negli infinitamente piccoli; imperocchè il Peltier calcola a 151
 « dieci bilionesimi di milligrammo lo zinco disciolto in un se-
 « condo di tempo. Lo zinco era immerso nell'acqua della Senna.
 « Se si vuol misurare l'unità statica occorrono de' numeri più
 « piccoli ancora nella relazione di 1 a 7000. » Appresso a che
 si soggiunge: « Allorchè si vede quale piccola quantità di
 « azione chimica occorra per produrre un effetto notevole d'elet-
 « tricità statica; allorchè si pensa che qualunque evaporazione
 « alla superficie del globo è un'azione chimica, avremo ragione
 « di stupire come gli uragani non siano più frequenti, come la
 « folgore non solchi ad ogni istante la nostra atmosfera. Ma se
 « le cause di produzione sono numerose, non lo sono meno le
 « cause di ricomposizione; l'aria umida, i venti, le asperità
 « del globo, le foreste, le città, tutto ciò che presenta delle
 « punte facilita questa ricomposizione, diminuisce senza inter-

(1) *Ann. ch. et phys* t. 67. p. 422.

« ruzione ed ovunque a un tempo le quantità d' elettricità
 « statica che i vapori trasportano con sè. »

99. Se dunque questa forza è tale da fare che alcune sostanze penetrino de' corpi che altramente sarebbono impermeabili; se essa vale a trasportare alcuni principii; se finalmente essa può colla sua energia ora sciogliere le unioni le più forti, ora promuovere delle combiuazioni, e ciò ne' nostri piccoli laboratori; nel modo stesso e con un effetto immensamente maggiore converrà che agisca nell' interno delle masse che compongono il nostro pianeta, poichè si è veduto la loro densità non esser cosa che valga ad opporsi ad essa.

100. Quantunque l' azione dell' elettricità, quale è stata fin qui considerata, debba sembrare grandissima nella sua energia e ne' suoi effetti, questi e quella appariranno di tanto maggiori se vorrà riguardarsi l' elettricità istessa nella sua relazione coll' affinità. Aveva già il Davy avvertita la stretta analogia che passa fra queste due forze della natura; ed egli fu anzi che per primo (k) fe' conoscere tutta la dipendenza di questa da quella nella sua eccellente memoria di sopra mentovata sull' azione chimica dell' elettricità, e come ciò sia intimamente legato coi cambiamenti chimici che si operano ne' corpi. Il che fu poscia da essolui viemmeglio chiarito nell' altro suo scritto. *On the relations of electrical and chemical changes* (1). Per le quali cose e per le osservazioni di altri chimici ancora, dovrassi nell' elettricità riconoscere una causa da cui l' affinità istessa viene almeno notevolmente modificata. Ad accertarci di che basterebbero solo quelle decomposizioni e ricomposizioni di sopra accennate, le quali si operano mercè la sua influenza; e viemmaggiormente ancora il vedere che, cangiandosi lo stato elettrico de' corpi, si cangia pur anco la loro reciproca affinità; talchè se in un corpo mutisi lo stato suo elettrico naturale, questo basta perchè in esso, in molti casi almeno, non più si manifesti quell' affinità che aveva da prima per gli altri; e viceversa questa si accresce se esaltisi in esso lo stato suo naturale; e finalmente gioverà a quest' uopo il sapere come valga a promuovere l' affinità di due corpi, che naturalmente non si attraggono fra loro, il variare in uno di essi lo stato elettrico,

(1) Phil. trans. 1826.

si che al tempo stesso si manifestano in essi e l'attrazione elettrica e l'affinità chimica (*I*); proprietà de' corpi da cui seppe il Davy dedurre quel sì bell'argomento che le navi libera da spesso imminente pericolo. Senza rischio adunque d'essere tratti in inganno può conchiudersi da ciò che l'elettricità vale a modificare l'affinità de' corpi e fino ad invertire la sua azione (*m*). E come potrebbe credersi che causa sì poderosa, operandosi incessantemente nelle masse minerali, non abbia a produrre de' mutamenti nella loro composizione? Se i corpi debbono la loro costituzione ed i composti tutti lo stato loro all'affinità, ove questa sia in alcuni in certo modo aumentata, in altri resa o più debole o inversa, non potranno essi certamente a meno d'alterarsi; ed all'opposto le parti di alcuni corpi dovranno unirsi più strettamente ogni qual volta la loro affinità venga da questa causa istessa resa più forte. E poichè l'affinità si considera come quella forza che si oppone all'azione ripulsiva del calore, tosto che si veda quella, del pari che si è veduto di questa, potersi fare per l'influenza elettrica continuamente variabile, niuna ragione, niun'altra forza potrà immaginarsi valevole ad opporsi a quel moto cui sembrano tendere i corpi tutti; a quel moto in somma che forse costituisce una delle principali leggi mondiali, e che perciò dovrà avere effetto ne' corpi solidi del pari che in tutti gli altri corpi di qualunque classe.

101. Se mi sono fin qui ristretto a considerare l'elettricità siccome una condizione de' corpi per cui l'affinità viene semplicemente modificata, ciò si fece da me, fermo nel mio proposito di non affidare le mie conclusioni che a teorie generalmente seguite da' fisici. Non debbesi però passare sotto silenzio quell'opinione perchè l'azione elettrica si avvisa come quella in che veramente consiste l'azione delle molecole de' corpi fra loro, e quindi quella per cui si rende permanente la loro unione ne' composti; della quale può considerarsi come principale sostenitore il Davy. Opina egli essere l'attrazione chimica una forma peculiare del modo in che si presenta l'attrazione elettrica (1); ed il Becquerel, che già da vari anni proclamò l'identità di

(1) *The last days of a Phil.*, Dial. VI. p. 271.

queste due forze (1), in un suo scritto dappoï dato in luce (2) considerava « le molecole de' corpi siccome altrettante piccole « pile elettriche, le cui azioni reciproche e continue costitui- « scono la forza di aggregazione. » Manca in vece « si fatta ipotesi di ciò che richiedesi per essere riposta fra i canoni della scienza; ma tutte le probabilità, osserva il Beetquerel medesimo, stanno a suo favore (3). Chè anzi in altra sua produzione più recentemente pubblicata non dubita di asserire, fondandosi in su di alcuni suoi sperimenti, essere elettrica la causa: perchè gli atomi de' corpi aderiscono e stanno uniti fra loro (4). Ora egli è facile a comprendersi che, allorchando un tale principio venisse meglio convalidato, maggior fondamento troverebbero a un tempo le cose fin qui discorse; perocchè in tal caso la costituzione de' corpi, l'azione reciproca delle loro parti, in fine tutti i fenomeni dell'attrazione dipenderebbero dal conflitto, può dirsi, del calore e dell'azione elettrica; forze ambedue variabilissime e ad ogni istante. Nè potendo operarsi alterazione alcuna nell'affinità delle parti che non riesca ad un movimento delle parti istesse, se anzi può dirsi ogni effetto qualunque in natura ridarsi al moto, tanto più facile sarebbe a comprendersi quel movimento che si disse incessantemente operarsi ne' corpi tutti.

102. Poste le quali cose con assai ragione potrà credersi forse dall'azione dell'elettricità interamente o almeno in gran parte procedere quella forza che quasi direbbesi vitale; da cui sono compresi tutti gli esseri della natura; la quale, come si vedrà a suo luogo, non può, se piaccia l'arrendersi a ciò che l'osservazione dimostra, non riconoscersi pur anco ne' minerali; relativamente però al posto infino che questi occupano nell'armonica serie degli esseri. Come poi gli effetti di questi continui sbilanci di elettricità, cui ragion comanda che si credano sottostare i corpi di ogni maniera, benchè alla superficie della terra, sieno maggiori, si manifestino per decomposizioni e per alterazioni tanto più grandi ne' corpi che si trovano nel seno della terra, e fanno parte delle miniere e delle montagne, è

(1) Ann. ch. et phys. oct. 1823.

(2) Ib. t. 49. p. 131.

(3) Ib. t. 46. p. 356.

(4) Ib. t. 60. p. 172.

facile a vedersi. Maggiori senza confronto sono le masse; sommaramente grande è la compressione; immenso lo spazio di tempo. Per la prima di tali condizioni le correnti elettriche saranno tanto maggiori di quelle cui sono soggetti i corpi tratti dal suolo; i quali, considerando anche i più grandiosi monumenti, sono piccolissimi a petto alla massa delle montagne. Quanto valga la compressione, di quanto essa giovi, segnatamente opponendosi alla evoluzione de' gas, e quindi all'eliminazione di corpi di tanta energia nell'azione chimica, li quali perciò possono agire in tutta la loro forza, è ciò cui niuno ignora; e gli esperimenti dell' Hall, del Dree ne fanno fede. Nè meno grande essere debbe l'influenza del tempo; il che per sè stesso è evidente. Oltre di che i corpi che sono nel seno della terra restando in un' invariabile posizione, le correnti elettriche che in ciaschedun giorno si rinnovano per l'azione de' raggi solari, quelle che, secondo il credere dell' Ampère (1), si fanno in senso normale all'asse magnetico, ed altre tali, attraversandoli sempre nella direzione istessa, dovranno necessariamente determinare in essi poco meno che una regolare circolazione di principii; di che avrò a favellare più a lungo nel corso di questo libro. E se a questa circolazione dell'elettricità, la quale non può essere certamente senza effetto, o scorra tranquillamente attraverso de' corpi, o si manifesti ne' suoi rapidissimi sbilanci, attribui il Breislak (2) moltissima azione e moltissime decomposizioni in quell'epoca in che la massa della terra andava consolidandosi, per le cose fin qui dette è forza il credere che, minori forse, ma al certo di gran conto sieno tali effetti anche al presente.

§ 103. A tutte queste cose intorno all'azione dell'elettricità, le quali riguardano le alterazioni ch'essa cagiona ne' minerali, gioverà l'aggiugnere alcune osservazioni, per le quali si vede come essa presieda alla produzione de' minerali ed alla forma che essi vestono. Meglio che quelle del prof. Aldini; il quale asseriva i cristalli della neve cangiare la loro figura a norma dello stato elettrico negativo o positivo dell'aria (3); e meglio ancora

(1) Ann. ch. et phys. t. 23. p. 146.

(2) Inst. geol. § 95.

(3) Ess. sur le galv. t. 2. p. 116.

della relazione avvertita già dall'Hallé tra la forma de' cristalli delle sostanze piro-elettriche e la disposizione de' poli delle sostanze istesse, varrebbero forse all'uopo le osservazioni del Maschmann e dell'Hansteen intorno all'influenza che ha il magnetismo nella formazione dell'albero di Diana (1) (oltre che la sua formazione istessa null'altro è che un effetto dell'azione galvanica de' metalli che si pongono in concorso.) Ma le più recenti osservazioni de' fisici hanno posto dappoi un tal vero in tutto il lume dell'evidenza. Sono note abbastanza le osservazioni e considerazioni del Rendu (2); per le quali egli si fece a dimostrare essere la cristallizzazione de' corpi un fenomeno elettrico. Al che si aggiunsero poscia le ricerche del Becquerel; le quali valgono sopra tutte, essendo egli, oltracciò che si è detto §. 90. n. 2., pervenuto, usando azioni elettromotrici debolissime, ad ottenere delle cristallizzazioni conformi a quelle che si presentano in natura, e che l'arte per lo innanzi non era riuscita a produrre, ponendo in opera gli ordinari soccorrimenti che la chimica ne addita (3); di che altrove avrò a fare menzione. Al quale effetto porta il pregio che finalmente si menzionino le osservazioni del Bouehardat (4); al quale occorse vedere i cristalli di sale comune, e d'allume soffrire notevoli alterazioni nel loro volume, nel modo di disporsi, ed i primi anche nella loro figura, a norma ch'essi si formavano ne' vasi di zolfo, piombaggine, vetro, argento, rame, ottone, piombo, oro, antimonio, bismuto, stagno, zinco: cioè a norma delle diverse circostanze dipendenti dall'azione elettrica che si sviluppa pel contatto di corpi eterogenei. Se l'elettricità adunque determina e regola la formazione de' cristalli, l'analogia ne porta a credere ch'essa estenda la sua influenza anche sulla genesi delle grandi masse e sui filoni; i quali possono riguardarsi come immensi cristalli o gigantesche druse; nè la dimensione costituisce differenza riguardo alle forze che regolano i fenomeni naturali. E mi piaccio in vedere che con questa conclusione, da me espressa innanzi che si avesse

(1) Giorn. di fis. ch. di Pavia; Dec. II. t. 6. p. 338.

(2) Bib. Univ. S. et A. t. 38. p. 304. t. 39. p. 58.

(3) Ann. ch. et phys. t. 35. p. 113. t. 42. p. 225.; Bull. Un. Sc. math., mars 1829. p. 195.; mai 1830. p. 366.; Annal. ch. et phys., t. 53. p. 105.; Eco du monde sav. 1839. n. 442. p. 339.

(4) Ann. ch. et phys. t. 53. p. 296.

notizia de' sperimenti predetti del Becquerel, consueti quanto appunto egli dice a proposito di questi sperimenti stessi; asserendosi da lui rendere essi probabile la supposizione che le sostanze, le quali trovansi similmente cristallizzate tra' minerali, abbiano avuto la stessa origine (1).

104. Queste osservazioni sue, le quali si riferiscono ad azioni elettriche debolissime, varrebbero già di per sé a farne certi che tali minime forze sono bastevoli a dar cagione a decomposizioni e ricomposizioni; e che quindi anche a' più lievi sbilanci elettrici, che si operano nel seno della terra, possono ascrivarsi effetti consimili. Nondimanco gioverà a rendere una tale verità più evidente l'accennare almeno ad altri suoi sperimenti, pe' quali egli ottenne la decomposizione di varie soluzioni metalliche mercè di un apparecchio voltaico formato di due soli fili di due diversi metalli, del diametro non maggiore di $\frac{1}{3}$ di millimetro, soccorrendo la loro azione galvanica col riscaldare uno de' fili medesimi. E ciò fu valevole ad operare la riduzione de' metalli contenuti nelle soluzioni stesse (2). Tra le decomposizioni cagionate da azioni elettriche debolissime conviene pure che si menzioni quella operata nella pietra infernale pel contatto de' semi di lino, e tanto più se si ammetta tra le macchie circolari, che perciò si scorgono sui semi stessi, e que' circoli che l'elettricità impronta sulle lamine metalliche, secondo gli esperimenti del Nobili, quell'analogia che rileva il Dulong d'Asafort, e quindi nelle une e negli altri l'effetto della causa medesima. (3) (n).

105. Effetti che attestino le alterazioni che queste correnti elettriche producono ne' minerali, e le decomposizioni ed i trasporti cui essi vanno perciò soggetti, scorgonsi evidentemente nelle acque minerali; le quali o si alterano nella loro composizione, o talvolta cessano di scorrere, o prendono una diversa temperatura pe' grandi fenomeni elettrici che si operano nel seno della terra ovvero nell'atmosfera. La sorgente della *Charbonniere*, ne' contorni di Lione, la quale si trova presso a una miniera di rame, è carica di solfato di rame ne' tempi burrascosi, mentre senza di ciò le sue acque sono affatto scovere di questo

(1) Bull. Un. l. c. mars 1829, p. 176.

(2) Ann. ch. et phys. t. 34. p. 152.

(3) Jour. de pharm. t. 14. p. 96. et si veda la nota 1.

metallo e potabili. L'acqua di Provins si rende torbida all'avvicinarsi de' temporali e quando il barometro indica la pioggia (1). Quella di S. Gervais in Savoia, ne' tempi pure burrascosi, acquista un sapore salino-amaro più forte, ed in occasione di tremuoto che si fece colà sentire nel 1810. s'innalzò rapidamente alla sua sorgente con ebollizione e fracasso. Allorchè occorre il tremuoto di Lisbona alcune acque termali mancarono; alcune divennero fredde e per quattro giorni si osservò in esse dare in fondo un sedimento azzurrognolo; quelle di Teplitz intorbidaronsi; per un ora e mezza si mostrarono di un color giallo scuro; per alcuni minuti circa il mezzodì scomparvero interamente, e quindi, ricomparse improvvisamente, per mezza ora continuarono a vedersi di un color rosso giallastro, ed in sì gran copia che i bagni ne furono inondati. Tutti i pozzi e tutte le sorgenti si disseccarono poche ore innanzi ai tremuoti che si fecero sentire nel mese di marzo 1825. in Algeri (2). Nel 1782. facendosi il tremuoto sentire nella parte meridionale d'Italia, per alcuni giorni le acque termali di Bagnères-de-Bigorre e quelle di Aix in Savoia furono torbide e biancastre; e la prima di queste nel 1660, occorrendo similmente un tremuoto, perdette momentaneamente il suo calore (3). Le quali osservazioni, e segnatamente quelle in che si vede alterarsi la composizione delle acque minerali in tempo de' grandi fenomeni elettrici, manifestano abbastanza che i principii in esse contenuti procedono dalle decomposizioni promosse dall'elettricismo che continuamente scorre per la massa terrestre; gli effetti di cui non possono a meno di essere aumentati o in altro modo alterati allorchè i suoi sbilanci si fanno rapidi e poderosi, e forse talvolta prendendo le correnti una opposta direzione.

106. Innanzi di por fine a questo capitolo menzionerò io varie decomposizioni operate in alcuni corpi, provenienti certo dall'azione galvanica di diverse sostanze, comechè unite fra loro in alcune leghe. Innanzi a tutto ricorderò quella statua rinvenuta pochi anni sono a Lillebonne nel Dipartimento della Senna inferiore (4). Questa statua evidentemente formata in origine di

(1) B. Lagrange, *Ess. sur les eaux min.* p. 328.

(2) *Ann. ch. et phys.* t. 30. p. 413.

(3) *Observ. des Sc. med.* n. 36. p. 350.

(4) *Ann. ch. et phys.* t. 25. p. 395.; t. 26. p. 107.

una lega di rame, stagno e piombo, oltre l'oro di che essa era stata ricoperta, fu trovata, come è noto, composta di oro, di perossido e protossido di rame, di questo metallo non ossidato, di piombo e di stagno ossidato (Vauquelin.). Non essendo a supporre ch'essa fosse stata in origine formata di una materia così fragile, come è quella ch'essa mostra al presente, tanto più che alcune sue parti sono fissate mediante delle ribaditure; escluso parimente che la ossidazione de' suoi principii provenga da un'accidentale calcinazione, per essere l'ossidazione stessa completa in alcune parti, parziale in altre; e tolto finalmente il dubbio che lo stato in che si trova questa statua si debba all'azione combinata del calore e dell'aria, imperocchè nè punti ove l'ossidazione è completa, il rame dovrebbe trovarsi allo stato di deutossido e non di protossido (H. la Billardière); i due prementovati chimici hanno dovuto riconoscere nell'elettricità e nel contatto de' diversi metalli, e quindi negli effetti galvanici che ne provengono, la causa de' cambiamenti in essa accaduti nel corso di 12. o 15. secoli, in cui essa è rimasta sotterra.

Al ritrovamento della statua predetta tenne dietro quello di altri oggetti similmente di bronzo, la cui notizia si debbe al signor Gio. Davy, e da lui comunicata alla R. Società di Londra nella tornata del 17. Novembre 1825 (1). Il che tanto più mi parve meritevole di essere ricordato, sendo che mi giova il vedere ch'egli assegna del fatto una etiologia del tutto conforme a' miei principii. Cotali oggetti erano un antico elmo rinvenuto in mare, composto di una lega di rame e di 18. 5. per cento di stagno, cangiato alla superficie in sotto-muriato (proto-cloruro) e carbonato di rame, in ossido di stagno ed in protossido di rame in cristalli ottaedri mescolati ad ottaedri di rame metallico; il che dava alla superficie istessa un aspetto variegato di verde, bianco e rosso. Analoghe alterazioni, però con cristalli meno distinti, scorre egli in un chiodo ed in uno specchio trovati in alcune tombe, non che in talune monete serbate in una collezione di un amatore a S. Maura. Intorno alle quali cose conchiude il D. Davy che « non potendosi im-
« maginare che la sostanza che diede cagione a sì fatti composti
« cristallizzati sia stata in soluzione, è mestieri ascrivere la loro

(1) Ann. of Phil. n. scr. n. 60. p. 465.

« formazione ad un intimo movimento delle sue particelle, cagionata dalle azioni cospiranti dell'affinità chimica, attrazione elettro-chimica e attrazione di aggregazione. Egli suggerisce quindi di applicare questa conclusione alla spiegazione di « vari fenomeni della mineralogia e della geologia. »

Esempio di monete alterate dal tempo si riferisce pure dall'Hausmann; nelle quali osservò egli l'argento separato dal rame e ridotto in iscaglie, e quest'ultimo metallo converso in rame ossidato idrato, in rame ossidato rosso-bruno talvolta in cristalli ottaedri, in carbonato verde ed azzurro. Si rinvennero tali monete nella demolizione di una casa a Gottinga e racchiuse in vaso di terra; il perchè ad esse convengono perfettamente quelle considerazioni medesime del Davy testè menzionate. Nè manca d'avvertirlo l'autore stesso dell'art. (Brongniart) (1), da cui si è desunta una tale notizia: cioè che una tale osservazione si unisce a dimostrare che le « lente azioni elettro-chimiche producono de'spostamenti nelle parti de' corpi, e quindi nuovi composti. »

Osservazioni analoghe furono pure annunziate dal Becquerel « 1. Tre medaglie romane interamente cangiate in protossido di rame senza che la loro originaria sostanza sia stata « disciolta da un agente qualunque, poichè le loro forme ed « una parte delle loro impressioni sono conservate. Lo stagno, « cioè il metallo combinato col rame, fu perciò trasportato « dal di dentro al di fuori per effetto della cementazione allorchè incominciò l'ossidazione; 2. Una lucerna antica di « bronzo coperta da una crosta di carbonato di rame, sotto « la quale trovansi de'be' cristalli di protossido di rame, appartenenti alle varietà cubiche e cubo-ottadriche; questi « cristalli sono notevoli per la loro grossezza e pel loro splendore; 3. Parecchie medaglie antiche decomposte quasi interamente e ricoperte da piccoli cristalli di carbonato di rame « verde ed azzurro. » Questi fatti vengono, al dire dell'autore, in appoggio delle sue idee « sulla cementazione e sulla « cristallizzazione di alcuni prodotti naturali per mezzo delle « forze elettriche (2). Ed ai principii stessi relativi ed alla cementazione ed alle azioni elettriche egli riferisce il cambia-

(1) Bull. Univ. Sc. nat. janv. 1830. p. 87.

(2) Ann. ch. et phys. t. 51. p. 106.

mento di alcuni oggetti d'argento rinvenuti in una latrina cangiati interamente in solfuro cristallizzato in ottaedri. Perchè l'azione elettro-chimica abbia effetto in tal caso basta la presenza de' solfuri, e che l'argento si trovi a contatto di una materia carbonacea abbastanza conduttrice (2). Quali sieno queste sue idee e cosa egli intenda per cementazione si dirà in appresso.

In seguito alle quali osservazioni verrà in acconcio il riferire le seguenti del Fox. Il quale vide che alcune verghe di bronzo, rimaste a contatto colle piriti di ferro, venivano profondamente alterate. In un caso in cui le une e le altre insieme erano avvolte in un panno umido, dopo alcuni giorni gli elementi del bronzo erano talmenti distinti fra loro da formare una spranga di rame semplicemente ricoperta di stagno (1). Nè lascerò di avvertire che il Fox medesimo ascrive all'elettricità gli effetti predetti.

Da una causa di cotanta energia quali effetti non potranno aspettarsi? Se si ponga mente alla molteplicità delle cause che la determinano, ni tanti diversi modi pe' quali si manifesta, alla sua azione dinamica e chimica, alla facoltà che essa gode di servire di causa alla propria riproduzione; e finalmente se si pensi ch'essa vale a modificare in varie guise l'azione dell'affinità, sarà forza il riconoscere nell'elettricità una causa di moto incessante in tutti gli esseri della natura; di un moto che non potrebbe nè estinguersi nè sospendersi giammai, anche per un solo momento, se non col farsi nulla una tal causa.

(1) L' Eco du monde sav. 1839. n. 442. p. 339.

(2) Ann. of Phil. n. ser. n. 24. p. 447.



NOTE AL CAPITOLO VII.

(a) « Il calore, dice egli, sembra non essere qui (ne' fenomeni termoelettrici) che una causa accidentale, e non già una forza la quale dia impulso all'elettricità. Noi sappiamo che la forza elettromotrice esiste al contatto di tutti i corpi; ch'essa esiste conseguentemente al contatto dell'antimonio e del rame. ... la circolazione non può avere effetto, imperocchè a temperature eguali le forze elettromotrici sono eguali alle due saldature (che congiungono i metalli predetti) » « ai due contatti. ... ma se una causa qualunque conceda all'una di queste forze elettromotrici la prevalenza sull'altra, all'istante la circolazione si effettuerà ec. » (*Éléms. de Phys.* t. 1. p. 499.)

(b) Può vedersene un catalogo, forse il più copioso, in Pouillet, *Éléms. de Phys.* t. 1. p. 619.

(c) Attenendosi alle più recenti osservazioni del Becquerel (*Ann. ch. et phys.* t. 46. p. 282.) può credersi che tali effetti dipendano in parte dal venire perciò il metallo che si sottopone all'esperimento diversamente riscaldato nelle sue parti, senza escludere però altre ragioni che possono concorrere all'effetto. Nulla però risente la tesi mia da questa supposizione, tutto quanto qui si dice essendo unicamente inteso a far conoscere la molteplicità delle circostanze che determinano i tanti fenomeni elettrici che continuamente si operano in natura, ed a cui i corpi tutti vanno continuamente sottoposti. Mi rapporto in su di ciò alla mia nota sull'azione catalitica letta alla Riunione di Pisa 1839.

(d) Come si è or ora avvertito, concordano i fisici nell'ammettere questi fatti; discordano essi soltanto nel volere gli uni che la manifestazione elettrica provenga dall'azione chimica; gli altri dal contatto di corpi eterogenei.

(e) Affine di far conoscere quanto sia copiosa l'evaporazione alla superficie della terra, gioveranno le seguenti notizie. Da esperimenti istituiti dal signor Espy risulta, per un computo approssimativo, « che dal 2. aprile al 4. giugno si sono evaporati, in profondità verticale, » « 2. 70¹/₁₀₀ pollici per ogni pollice quadrato di terra umida, e dal 2. aprile alli 12. giugno, 3,04. poll. » (*Eco du monde sav.* n. 414. p. 116.) Il Curwen valutava a 950. libbre l'acqua che in ciascun'ora si svolge in vapori da un acre di terra recentemente lavorata. Il Pouillet « ha valutato che un *hectare* di terra, parimente lavorata ed imbevuta » « di una quantità di acqua equivalente soltanto ad un pollice di pioggia, dà origine, alla temperatura di 10.°, ad una massa di vapori vasciolarli di circa 10,000. piedi cubici. » *Eco du monde sav.* n. 425. p. 201.

(f) Mi si perdoni se si attribuisca all'autore della propria nazione se, quantunque io veda trattarsi di cosa estranea al soggetto di questo scritto, approfittò di una tale occasione per far conoscere che la prima idea intorno all'influenza dell'elettricità sull'agu magnetico si debbe a' fisici italiani. Il ch. Romagnosi nella Gazzetta di Trento (3. agosto 1802.) se' pubblici alcuni suoi sperimenti, pe' quali si vede l'influenza dell'elettricità della pila sugli aghi calamitati. Vengono poscia Aldini e Mojon. Il primo de' quali (*Essai sur le galvanisme* t. 1. p. 339; 1804.) dice di avere magnetizzati alcuni aghi ponendoli nel circolo galvanico; e che più decisivi erano riusciti i tentativi del predetto signor Mojon.

(g) Se le osservazioni del Kastner potranno un giorno riguardarsi siccome abbastanza fondate, si aggiungeranno esse certamente a comprovare l'esistenza delle correnti elettriche in seno della terra. Asserisce egli d'aver trovato che le acque termali manifestano, col soccorso di un moltiplicatore, una tensione elettrica, la quale all'opposto non si scorge operando su di un'acqua artificiale che abbia gli stessi principii. (*Bull. Un. Sc. math. Juin 1827. p. 375.*) Non si vuol tacere che il Walker pretende d'aver contraddetto un tal fatto, e che veramente, siccome osservano i compilatori del *Bulletin Universel*, le osservazioni del primo sono ristrette ad un troppo piccolo numero di sorgenti per averne a dedurre lo stato elettrico delle acque termali in genere. D'altra parte però giova il rammentare essere opinione generale che le acque minerali abbiano un'azione terapeutica assai maggiore delle artificiali; e che le acque minerali stesse, tratte che sieno dalle sorgenti, perdono in breve molto della loro azione; il che può dare maggiore fondamento all'opinione del Kastner.

(h) In vero il Dutrochet crede che questo non abbiasi a riguardare come un effetto immediato dell'elettricità, ma l'effetto bensì dell'eterogeneità de' liquidi che sono separati dalla membrana che il Porret dapprima e poscia il Dutrochet istesso usarono ne' loro sperimenti. In tal caso l'elettricità costituirebbe soltanto la causa lontana dell'effetto. (*Ann. ch. et phys. t. 49. p. 421.*)

(i) Non sarà fuori di proposito l'accennare qui come il Paraday creda doversi rendere ragione del trasporto che viene operato dall'azione elettrica. Favellando egli dell'induzione elettrica e di ciò ch'egli chiama stato elettro-tonico, che da ciò proviene, ed asserendo quindi « che allorché le correnti elettriche passano attraverso i corpi, questi soggiacciono allo stato elettro-tonico; » così egli prosegue: « Se si provi che la cosa proceda in tal modo, l'influenza di questo stato nella decomposizione voltaica e il trasporto degli elementi ai poli può difficilmente revocarsi in forse. Egli sembra che nello stato elettro-tonico le molecole omogenee della materia prendano una disposizione elettrica regolare, ma forzata, nella direzione della corrente; disposizione che produce, allorché essa cessa, una corrente di ritorno, se la materia non è decomponibile; ma nella materia decomponibile un simile stato forzato può essere valevole a fare che una molecola elementare abbandoni la sua compagna, colla quale essa si trova in uno stato di violenza, onde congiungersi ad una molecola vicina analoga, rispetto alla

« quale essa è in una condizione più naturale, trovandosi la forzata disposizione elettrica istessa in un istante distrutta così efficacemente come se il corpo fosse sottratto all'induzione. Ma se la corrente voltaica originaria venga continuata, lo stato elettro-tonico può rinnovarsi in ciascheduno istante, obbligando così la disposizione forzata delle molecole composte a risolversi egualmente in ciascuno istante in un trasporto delle molecole elementari di contraria specie in direzioni opposte, ma parallele alla corrente. » (Ann. ch. et phys. t. 50. p. 37.) Che lo stato elettro-tonico sia uno stato di condizione forzata delle molecole, è pure l'opinione dei sigg. Nobili ed Antinori (Autol. di Firenze; n. 138. p. 156.)

(k) Il Brugnatelli aveva già ne'suoi *Annali di chimica* (t. 18. p. 137. 138. 151. 1800.) veduta ed annunziata la facoltà che l'elettricità possiede di decomporre i corpi e di trasportarli attraverso della massa de' corpi deferenti. Il Bellani pure aveva fino dal 1806. osservate le decomposizioni operate dall'elettricismo. Così il Davy stesso vuole che l'origine della scienza elettro-chimica si riferisca all'Italia ed all'Inghilterra anzi che ad altre nazioni.

(l) In fatti il tellurio mostra tendenza ad unirsi ora all'idrogeno ora all'ossigeno a norma che esso si trova al polo negativo od al positivo della pila voltiana.

(m) Ripeterò qui che io non intendo perciò di decidere una quistione intorno alla quale i fisici pendono tuttora divisi; se debba seguirsi la legge di Davy intorno alla relazione tra le affinità chimiche e gli effetti del contatto; se abbiasi a seguire piuttosto la dottrina di lui o quella del De la Rive e di altri ancora non pochi. A me bastano i fatti. D'altronde occorre a me il prendere a considerare la cosa sotto tutti gli aspetti; e mi conforta il vedere che, qualunque dottrina si preferisca, nulla soffrono le mie conclusioni.

(n) Non lascerò d'avvertire che lo stesso Dulong d'Astafort, dalla reazione che vide aver luogo tra i semi di lino ed il nitrato d'argento fuso, sì che quest'ultimo scorgevasi corrosivo alla superficie, mentre i semi predetti contenevano porzione di argento ridotto, e tutto ciò senza concorso dell'acqua o dell'umidità, essendosi operato un tale effetto in bottiglia smerigliata, e che aprivasi appena una volta all'anno, crede che si abbia a dedurre un argomento in prova della fallacia del principio: *corpora non agunt nisi sint soluta.*

CAPITOLO VIII.

Moto molecolare considerato come effetto necessario dell'affinità.

107. **Q**uantunque le cose discorse nel precedente capitolo intorno all'influenza dell'elettricità sull'affinità chimica dei corpi potessero forse bastare all'uopo, e tanto più se si tenga con que' fisici i quali opinano l'affinità dipendere appunto dall'elettricità propria delle molecole; non volendosi pertanto lasciare di considerare la cosa sotto tutti gli aspetti, gioverà il favellare di que' movimenti che traggono cagione dall'affinità istessa, considerando questa forza indipendentemente dalle alterazioni, di cui si ebbe a far parola ne' due capitoli precedenti. Al qual fine convien innanzi ad ogni altra cosa considerare lo stato in che si trovano le molecole de' corpi, dopo di che sarà facile a vedersi come quella forza istessa che lega tra loro le parti componenti i corpi medesimi, qualunque ne sia la causa, possa in alcuni casi indurle ad un reale movimento molecolare, che, quantunque non possa discernersi dai nostri sensi, si rende però manifesto pe' suoi effetti; ed in altri casi costituisca una tendenza al moto, sebbene di per sè non efficiente.

108. Ricordando quindi ciò che di sopra mi occorre accennare intorno a que' principii del Berthollet sulla neutralizzazione e saturazione degli elementi de' corpi, pe' quali questo insigne chimico e nelle sue *Ricerche sulle leggi dell'affinità* e nella sua *Statica chimica* (§. 40.), e con quella severità di ragionamento che si ammira nelle opere sue, seppe far conoscere come, anche nello stato di neutralizzazione, l'azione dei componenti sia lungi dall'essere soddisfatta; io dico essere chiaro perciò che in tale stato essi debbono essere dotati di una tendenza a soddisfare la propria affinità; di un *nisus* che, come dissi (cap. IV.), serba almeno una qualche analogia colle forze morte della meccanica; e quindi quello, come queste, non tar-

derà a riuscire ad effetto, segnatamente se una qualche circostanza intervenga a promuoverne l'azione.

109. Se pure si trovi chi tuttavia riguardi la dottrina del chimico francese quasi che diametralmente opposta alla teoria atomistica, potrebbero ad essi queste mie considerazioni apparire tali da andare soggette ad obiezioni a prima vista considerevolissime. Il perchè, volendo io prevenire quelle opposizioni che coloro, i quali seguono un tale avviso, potrebbero pormi incontro, fa di mestieri che alcun poco io mi trattenga a ragionare ad essi. Può oppormisi da cotesti che in que' composti i quali sono costituiti a norma delle proporzioni determinate dalla teoria istessa, debbono i componenti essere soddisfatti nelle loro tendenze; sì che il supporre altrimenti sarebbe in opposizione co' principii fondamentali della medesima; essendo che queste proporzioni segnano appunto i limiti delle combinazioni o la capacità di saturazione. La cosa però non è come da essi si pensa. In vero 1. atomo d'ossigeno a cagion di esempio, richiede 2. atomi d'idrogeno per formar l'acqua; e questa loro proporzione è costante in tale composto in tutti i punti del globo, ad ogni temperatura, ad ogni pressione, nell'aria, ne' minerali, ne' corpi organici. Dirò inoltre sembrare ch'essi si trovino in tal guisa l'uno e l'altro perfettamente saturati, e venir ciò convalidato dall'apparente neutralità di questo liquido. Similmente se prendasi a considerare un sale, un solfato qualunque per esempio, si troverà che l'acido comprende generalmente 3 atomi di ossigeno, ed 1. atomo soltanto la base, tale essendo, secondo l'espressione del Berzelius, la capacità di saturazione di quest'acido, e che questo costituisce un sale neutro. E ciò che si dice di questo genere di sali può dirsi di molti altri. Occorre però non arrestarsi a queste considerazioni troppo superficiali. In quanto all'acqua, sebbene le sue qualità ci mostrino in essa un corpo apparentemente neutro, non è però tale nel senso preciso, come non lo è alcun sale, alcun ossido, se, per valermi qui pure dell'espressione del Berzelius medesimo, l'indifferenza elettro-chimica assoluta è ciò che non debbe ammettersi a tutto rigore di termine. In fatti l'acqua negl' idrati, in cui si trova unita a qualche base, manifesta veramente una tendenza elettro-negativa; ed una tendenza opposta nella sua

unione cogli acidi. Che poi l'azione elettro-positiva del suo idrogeno non sia pienamente soddisfatta, lo si rileva dalla possibilità d'unirsi ad una nuova proporzione d'ossigeno nell'acqua ossigenata. Se prendansi poi a considerare i solfati, non potrà dirsi che la tendenza de' loro componenti sia soddisfatta; conciossiachè alcuni passano allo stato di sopra-sali, altri di sotto-sali; ciò che è comune anche ad altre sostanze saline. Da ultimo convien che si dica che alcuni solfati (e questo pure si addice anche a' sali d'altri generi, ed aloidi ed anfidri) si uniscono in sali doppi; il che mena del pari ad eguale conclusione. Alle quali cose volendo aggiungere altre considerazioni generali, farò primieramente osservare che le azioni elettro-chimiche opposte che risiedono ne' due componenti di una combinazione qualunque, si bilanciano fra loro, non si elidono o annientano, del pari che ciò avvien delle forze della meccanica. E il pensare altrimenti sarebbe sì fattamente contrario alla teoria sulle masse chimiche da abbatterne i principali fondamenti. E poichè questa teoria, al contrario di ciò che potrebbe opinarsi a prima giunta, è sì strettamente collegata con quella che riguarda le proporzioni determinate, che il Berzelius medesimo asserisce (1) che essa sarebbe potuta argomentare *a priori* da quest'ultima, la cosa starebbe del pari contro la teoria atomistica. E può dirsi ch'essa si opporrebbe anche direttamente alla teoria elettro-chimica, non essendo a credersi che le molecole nella loro reciproca combinazione vengano spogliate della elettricità loro propria, per riprenderla poi allorchè tornano a separarsi. Le quali cose sembrano di per sè evidenti abbastanza perchè occorra il trattarsi lungamente a dimostrarne la verità; il che mi allontanerebbe dal mio proposito. Nulla ostante dirò: come potrebbe, a mo' d'esempio, un acido qualunque che si trova unito ad una base, se la sua azione elettro-chimica non serbasse tutta la sua energia, opporre resistenza, ed a norma della sua affinità od azione elettro-chimica e della sua quantità, ad un altro acido col quale si trovi in concorso e che tenda ad eliminarlo dalla sua combinazione? Queste poche considerazioni basterebbero forse a far palese come la mia supposizione intorno al non essere gli elementi de' corpi perfetta-

(1) Propor. chim. p. XI.

mente soddisfatti nelle loro tendenze non sia contraria, come forse potrebbe apparire, alla dottrina delle proporzioni determinate.

110. Altri argomenti però della non saturazione reciproca degli elementi de' corpi possono addursi all'uopo; ed il Berzelius appunto che ne offre il modo; o piuttosto dicasi che ciò è conforme a que' principii di cui egli fece fondamento alla sua dottrina delle proporzioni determinate. Potrebbe dirsi forse che, risalendo anche alle prime concezioni sulla teoria atomistica, al tempo stesso che stabilivasi quella legge perchè un atomo di un corpo non può unirsi che ad un atomo dell'altro od a' suoi multipli, niuno si fece a credere che ciò importasse una perfetta neutralizzazione. In fatti se questo si fosse ammesso dai chimici, se essi avessero supposto che allorchè, per esempio, un atomo di un corpo qualunque si combina ad un atomo di un altro, le tendenze dell'uno e dell'altro, perchè essi sono portati ad unirsi insieme, fossero pienamente soddisfatte, essi si sarebbero trovati poi nella impossibilità di rendere ragione perchè il primo de' corpi suddetti possa poi unirsi a due, a tre atomi dell'altro; e quindi essi si sarebbero veduti nella necessità o di confessare la loro teoria in opposizione co' fatti, a' quali non avrebbe potuto applicarsi, o di negare l'esistenza di tanti e tanti composti: deutossidi, tritossidi, bi-solfuri ec. ec. Se, come ho detto, questi miei principii si trovano conformi a quelli del Berzelius, da lui medesimo appunto desumerò io quanto occorre in sostegno della mia tesi. Argomenta egli che le molecole o atomi de' corpi sieno fornite di una polarità elettrica, « l'ineguale intensità di cui è la cagione della differenza di « forza con cui si operano le loro affinità. » Nè il grado di intensità di questa polarità elettrica de' corpi si tiene da lui come una quantità costante, se anzi egli ne fa osservare come il calore valga a fare che questa polarità si alteri ne' diversi corpi (1). Per la qual cosa, solo che noi ci richiamiamo al pensiero quanto si disse nel cap. VI. sulle tante cagioni di variazioni di temperatura a cui continuamente i corpi sono sottoposti, questo solo basterà a far conoscere come la forza che unisce gli elementi de' corpi abbia a variare sovente. Impercettibili a noi ne' loro

(1) *Trait. de chim.* t. 4. p. 575. et s.

effetti saranno le tenui variazioni di questa forza; chè se però esse si faranno maggiori, varranno allora a produrre fenomeni sensibili a noi; lo che è conforme a quanto si disse di sopra, ed in particolare rispetto alla teoria dell' Ampère. Nè solo, a uorma de' suoi principii, la forza perchè gli atomi de' corpi si attraggono a vicenda, si altera perchè il calore vale ad alterare la loro polarità, ma varia pur anche perchè il calore cangia la distanza degli atomi; imperocchè, dic' egli, conviene che questa polarità degli atomi abbia una sfera d'azione limitata, sì che l'azione diminuisce in proporzione della distanza; lo che pure è consentaneo ai principii da me esposti di sopra.

111. Appresso a che, ritornando in sulla via da cui convenne allontanarmi per breve tratto, e nuovamente prendendo per iscorta l'autore della *Statica Chimica*, osserverò come, avendo egli inoltre fatto conoscere quanto tarda sia la propagazione dell'azione chimica (§. 233.), e come sia lentissimo il progresso della combinazione de' corpi allorchè essi si avvicinano allo stato di saturazione (§. 228.), con ciò egli ci porti a riconoscere un'altra circostanza, la quale, non una mera tendenza al moto, ma in vece costituisce una causa di movimento molecolare, che realmente ha effetto in alcuni corpi. Secondo tali principii egli stesso avverte (§. 230.) « che l'azione per cui le molecole di un corpo aderiscono tra loro si protrae molto al di là dell'istante in cui esse vengono in contatto; » e ch'egli è per questo che alcuni precipitati col tempo induriscono notabilmente, e che questo avviene anche in altri corpi senza che ciò si possa ascrivere all'evaporazione, osservandosi un tale effetto dopo che l'evaporazione si è già compiuta. Nell'accennare a questa osservazione egli veramente non si esprime se creda doversi questo attribuire ad un maggiore avvicinamento di ogni molecola, ovvero ad altra causa. Egli sembra però che, nello stato attuale della scienza, si abbia un tale effetto ad ascrivere, anzi che ad altro, ad una più regolare disposizione delle parti, analogamente a ciò che si vede accadere in alcune sostanze fuse; il vetro per esempio, le quali, mercè di un lento raffreddamento, si avvicinano alla condizione di corpi cristallizzati per un meno imperfetto ordinamento delle loro molecole. La quale supposizione può credersi la più consentanea alla ragione ed ai fatti. Poste le quali cose, facilmente si concepisce

nell'ultimo periodo di una operazione, cioè quando un corpo ha di già preso il suo primo consolidamento, quale è quello cui allude il Berthollet medesimo, ed in cui perciò nè l'agitazione nè le correnti possono avere più alcuna influenza, sì che le parti che si trovano alquanto lontane con difficoltà possono efficacemente attrarsi fra loro, richiedersi un tempo alquanto lungo perchè la loro azione sortì un pieno effetto. E questo costituirà in tali corpi la causa di un movimento lentissimo sì, ma non perciò meno valevole a indurre una qualche alterazione nelle loro proprietà. Lo che se si addice alle parti che in principio furono sopraprese in posizioni da cui tendono poscia ad allontanarsi, tanto meglio converrà a quelle parti estranee che possono essere comprese in un composto qualunque; sì che queste e quelle saranno cagione di un reale movimento molecolare. E questo è ciò che noi dobbiamo credere operarsi in que' cementi idraulici che si induriscono nell'acqua, ed essere avvenuto in quelle masse minerali che si depositarono dalle acque che un tempo cuoprirono la superficie terrestre: cioè ne' terreni di sedimento di ogni maniera.

112. Se ciò si ha ad ammettere ne' corpi amorfi, a primo aspetto egli sembra che questo non debba estendersi ai corpi cristallizzati; i quali, siccome generalmente si crede, risultano da una soprapposizione o aggregazione di parti similari che, quasi scegliendosi, vanno ad unirsi per le loro faccette. L'osservazione però mostra il contrario. Quelle sostanze che tanto frequentemente ne alterano la trasparenza ed il colore, fino a vedersi lo stesso cristallo trasparente in una parte, opaco nell'altra, in una più che in altra ricco di colore, e talvolta ancora di due differenti colori, e tutto ciò senza che le altre proprietà de' cristalli stessi, eccetto alcune modificazioni della loro figura (Bendant), soffrano veruna alterazione, non possono riguardarsi che come parti estranee. E viemmaggiormente si hanno a tenere in sì fatto conto quelle parti, ad eliminare le quali si spesso accade che debbansi ripetere le cristallizzazioni de' sali e di tanti altri corpi, ad effetto di ottenerli in tutta purezza. Lo che, dirò in fine, è conforme e alla teoria del Berzelius, il quale considera taluni elementi, che si trovano per l'analisi ne' minerali cristallizzati, come affatto estranei alla

loro composizione (1), e molto più alle ingegnose ricerche del Beudant (2), che vide i cristalli poter comprendere in sè stessi chimicamente unite le sostanze estranee meccanicamente mescolate al liquido in cui essi si formano.

113. Da quanto si è fin qui fatto osservare si vede adunque due cause dipendenti dall'affinità esistere ne' corpi solidi, per cui le loro parti non si trovano in quello stato di quiescenza che alcuni suppongono. L'una riguarda que' principii che possonsi considerare come estranei, o perchè veramente di natura diversa dai corpi in che sono compresi, o perchè nel primo consolidamento isfuggirono in certa guisa alla forza di attrazione; e questa può indurre le parti ad un reale movimento. L'altra causa, comune anche a quelli che giunsero alla loro neutralizzazione, è quella di cui si è parlato in principio; dipendente dal non essere le parti stesse soddisfatte nella loro tendenza; e questa, se pure non valga a cagionare un movimento di parti, darà ad esse un'azione che potrebbe dirsi virtuale. Il perchè, tosto che si aggiunga una delle condizioni discorse ne' precedenti capitoli, quest'azione si farà efficace, tal che ne riuscirà un reale movimento molecolare; ciò che importava non meno che si facesse conoscere onde escludere il dubbio che l'affinità potesse in qualche modo impedire l'azione delle condizioni predette.

(1) *Nouv. Syst. de miner.* p. 15. et s.

(2) *Ann. ch. et phys.* t. 8. p. 3. et s.



CAPITOLO IX.

Limiti del moto molecolare.

114. **I**n seguito alle cose discorse fin qui, segnatamente intese a dimostrare la rarità e la mobilità delle parti de' solidi, occorre che qui si faccia conoscere non conseguire da ciò, al contrario di quanto si diedero a credere que' fisici che presero ad esame questa mia opinione, che ne' corpi si fattamente costituiti abbiansi, siccome necessario effetto, ad operare notevoli movimenti, forse al pari di ciò che accade ne' liquidi. Lo che, siccome ognuno comprende, sarebbe in opposizione col fatto, veggendo noi i corpi solidi rimanersi poco meno che inalterati nelle loro forme, nelle loro proprietà, se pure una qualche causa non intervenga ad operare in essi alcun mutamento. E poichè il sig. prof. G. Belli opponevami, allorchè per la prima volta io diedi in luce queste mie ricerche, di essermi troppo brevemente trattenuto in su di questo particolare, quasi fosse mia intenzione di non indebolire la mia tesi col favellare lungamente di cose ad essa sfavorevoli; giovandomi dell'altrui consiglio, farò d'estendermi maggiormente a quest'uopo. Nè volendo io preterir cosa la quale possa riuscire profittevole alla perspicuità dell'argomento, innanzi di prendere ad indagare quelle condizioni da cui io avviso procedere la lentezza de' movimenti spontanei ne' solidi, stimo dovermi dichiarar qui in brevi parole que' principii che poi si anderanno di mano in mano illustrando.

Lenti e spesso impercettibili sono i movimenti spontanei de' corpi solidi, e perchè essi racchiudono in sè una forza la quale in qualche modo si oppone allo spostamento delle loro molecole, senza contraddir però con questo alla loro mobilità e distanza; e molto più sono tali perchè tenni sono d'ordinario le cause vevoli a indurre sì fatti movimenti; tal che se esse si facciano maggiori, ovvero siano di quelle che, per servirmi dell'espressione del Pouillet, si hanno a tenere come le più imponenti per agir esse nel modo il più costante ed il più

universale, alle quali sopra tutto soggiacciono le masse minerali, questi movimenti spontanei si rendono meglio sensibili. Laonde se a me riesca, siccome confido, rendere ragione di ciò senza contraddire in verun modo alla predetta mobilità e distanza delle molecole, sarà tolto quell'apparente assurdo che alcuni credevano rinvenirsi ne' miei principii. (a).

115. Quanto alla prima di tali cagioni perchè i movimenti de' solidi non si compiono che lentamente ed in modo d'ordinario impercettibile ai nostri sensi, tornerà a proposito il ricordare quella supposizione del Fresnel, già da me ripetutamente menzionata (§ 27. 45); dal quale si tiene lo stato solido dipendere da una minore disseminazione delle parti integranti, sì che ne' corpi in simile guisa costituiti la forza ritardatrice, che tende a ricondurre le parti al loro primitivo ordinamento se sieno spostate, è maggiore che ne' liquidi (1). La quale supposizione, egli è chiaro, basterebbe già a farci comprendere come ne' solidi abbiano i movimenti molecolari ad essere meno pronti che negli altri corpi, senza che, mi sia concesso il ripeterlo, abbiano le parti stesse ad isopigliarsi della loro mobilità; imperciocchè di una simile forza ritardatrice, quantunque in grado minore, si suppongono dal Fresnel medesimo fornite eziandio le parti de' liquidi, non che de' fluidi aeriformi. Chè anzi, onde vie meglio persuadere altrui non discordare io in ciò da quanto mi feci altrove a sostenere, gioverà il riflettere che, se dalla predetta supposizione del fisico francese io trassi argomento onde asserire che una forza di coesione esiste ne' fluidi aeriformi e fors'anche nell'etere, non è a credersi che di questa coesione medesima io tenessi esser prive le parti de' solidi, dappoichè nel luogo medesimo (§. 30.) io asseriva esser questa ne' solidi maggiore che in ogni altro corpo; che è quanto dire essere la disposizione delle parti de' solidi meno facilmente turbabile che negli altri corpi. Per la qual cosa, quand'anche si volesse prescindere dalla premenzionata supposizione del Fresnel, appigliandosi in vece alle più comuni nozioni intorno alla coesione de' corpi, alludendo cioè a quella condizione perchè le loro parti sono equilibrate e mantenute ad una certa distanza, la

(1) Ann. ch. et phys. t. 17. p. 182.

quale, come ho detto, io asseriva prevalere sopra tutto ne' solidi; questa sola basterebbe a rendere ragione della minore prontezza de' movimenti ne' corpi di tal classe.

116. Appresso alle quali considerazioni che riguardano la resistenza che le parti de' solidi oppongono al loro traslocamento, occorre che si prenda ad esame la tenuità delle forze che in essi possono dar cagione a' movimenti spontanei. Al quale effetto, essendosi la luce, il suono, il calore, l'elettricità e l'affinità indicate da me ne' precedenti capitoli siccome altrettante cause di moto molecolare, è mestieri che ciascheduna di esse si prenda qui nuovamente in considerazione conformemente a ciò che fu detto del loro modo di agire.

Intorno a che io dirò dapprima a poco più che a semplici moti oscillatorii ridursi quelli che il suono e la luce inducono ne' corpi. Chè se talvolta si ha ragione di credere essere in essi perciò avvenuto un diverso ordinamento di parti, siccome si osserva nel vetro, per la facoltà polarizzante ch'esso acquista in tempo delle oscillazioni sonore (§. 61.), ciò si ha ad avere in conto di una momentanea alterazione, conciossiachè essa cessa col cessare del suono. E se tal'altra si osservano i corpi variare durevolmente nelle loro proprietà, di che ci offrono esempi il cloruro d'argento, il solfato di mercurio, il protossido di questo istesso metallo ec. esposti alla luce (§. 66.) si ha buon argomento per credere che la luce null'altra influenza abbia in sul fenomeno che quella di procurare, per le oscillazioni cui essa dà luogo, o che alcune affinità riescano più facilmente ad effetto, o che le parti integranti pervengano ad una più conveniente disposizione. Il seguente fatto varrà a un tempo a far meglio comprendere quanto da me voglia qui intendersi, ed a mostrare come l'osservazione concordi col mio avviso. Il perossido d'oro od ossido aurico tenuto in luogo scuro col tempo si riduce alla sua superficie; la quale mostra perciò una pellicola di questo metallo in tutto il suo ordinario splendore. Se quest'ossido al contrario si esponga alla luce del sole od anche soltanto alla luce diffusa, la sua riduzione si compie rapidamente; e questo avviene, io dico, perchè le oscillazioni cagionate dalla luce fanno che quella forza, perchè le parti del metallo tendono a sceverarsi dall'ossigeno, possa liberamente e prontamente esercitarsi.

117. E ciò che si è detto del suono e della luce può dirsi del pari del calore, finchè esso riguardasi soltanto nella sua facoltà di dilatare i corpi, sì che le parti di questi debbono oscillare tra loro, ora avvicinandosi l'una all'altra, ora allontanandosi a norma de' cambiamenti di temperatura. Ed esso pure, contemplato sotto un tale aspetto, può dirsi essere cagione di momentanei mutamenti nella disposizione delle molecole, che è quanto si vede (§. 80.) operarsi nel vetro che, durante l'azione del calore, vale ad agire in sulla luce come un corpo regolarmente cristallizzato; non che talvolta concedere alle parti de' corpi la facoltà di meglio ordinarsi tra loro e prendere una diversa figura (solfato di niccolo seleniato di zinco, §. 81.) Si vide però il calore non limitarsi a questo. Costituisce esso inoltre una di quelle forze da cui dipende l'equilibrio in che si trovano le molecole de' corpi: una forza la quale, cangiando la distanza e la relazione di distanza fra le parti, è cagione che l'attrazione delle parti stesse si alteri. E quest'azione del calore, conformemente a ciò che si disse di essa (§. 70.), dovrà considerarsi e nelle parti che già pervennero ad un conveniente grado di saturazione o neutralizzazione, ed in quelle che non giunsero a tanto, e che, come avvertivasi da me nel cap. precedente, si hanno a tenere come accidentali od estranee ai composti in che sono comprese. Quanto alle prime, esse saranno indotte veramente per le variazioni di temperatura (intendendosi sempre di quelle inette a produrre o cambiamenti di costituzione o decomposizione veruna) ad un movimento reale; ma questo, siccome è chiaro, si ridurrà ad un semplice allontanamento od avvicinamento, che è quanto dire ad una mera oscillazione di parti, eccetto in que' casi in cui l'azione elettro-chimica di queste venga ad alterarsi; di che si parlerà fra breve. Il perchè a questo modo di agire del calore potrà attribuirsi ciò che or ora si disse degli altri. Se poi questo si voglia considerare in quelle parti che rimasero non soddisfatte nelle loro tendenze, basterà per ora il dire che il movimento che in esse sarà quindi per riuscire, quantunque promosso dall'azione del calore, sarà immediatamente determinato dall'affinità delle parti medesime: cioè l'affinità doversi riguardare quale causa immediata di tali effetti, mentre il calore nell'altro fa che rendere questa causa

medesima meglio efficiente; riserbandomi di dimostrare a suo luogo non potere gli elementi accidentali indurre che tenui e lentissimi mutamenti, e per la loro pochezza, e perchè alla loro azione conviene che si opponga quella degli elementi già saturi e neutralizzati.

118. Lo stesso appresso a poco può dirsi del calore riguardato come cagione di correnti galvaniche, o di quell'alterazione nell'azione elettro-chimica de' componenti de' corpi, or' ora menzionata; cioè in questo caso, come nel precedente, gli effetti della sua azione, quanto ai mutamenti che si operano ne' corpi, essere determinati dall'affinità; riuscire maggiori o minori a norma della somma o dell'energia delle azioni elettro-chimiche che vengono promosse dall'influenza del calore; prescindendosi però qui da que' trasporti di sostanze che, come si è veduto, vengono operati dalle correnti elettriche promosse dal calore. Le quali avendo effetto nelle masse minerali, fanno sì che in tal caso, per intromissione o per eliminazione di principii, od anche per solo spostamento di parti queste soggiacciono a notevoli mutamenti.

119. Tutte le quali considerazioni fin qui discorse ci portano quindi a conchiudere i movimenti molecolari cui danno cagione il suono, la luce, il calore ridursi a poco più che a movimenti oscillatori, o tali almeno da non pervenire giammai a mutamenti notevoli e facilmente percettibili nell'ordinamento delle parti de' corpi o nelle proprietà di questi, se l'azione elettro-chimica o affinità delle parti medesime non concorra all'effetto; per lo che quest'azione è quella anzi che veramente determina la quantità ed il modo de' movimenti spontanei e durevoli de' corpi. Per la qual cosa tosto che riesca a me, siccome ho fidanza, per le cose che sono per dire l'addimostrare cotali azioni elettrico-chimiche ne' corpi solidi, le quali possono promuoversi dalle cause predette, essere d'ordinario d'assai picciol conto, ciò sarà quanto occorre a dichiarare la seconda delle condizioni da me di sopra accennate, quale cagione della lentezza de' movimenti ne' solidi: cioè la tenuità della causa valevole a determinarli. Laonde niuna meraviglia se i corpi, benchè costituiti di parti mobili e lontane tra loro, e sottoposti all'influenza di circostanze che valgono a cagionare in essi quasi che incessanti movimenti di oscillazione molecolare,

non perciò manifestino nelle loro masse de' movimenti analoghi a quelli de' liquidi; ciò che forse tennero alcuni conseguire necessariamente da' miei principii.

120. A dimostrare per tanto la tenuità di tali azioni occorre principalmente che per me si chiarisca: 1. le parti de' solidi essere nella maggiore parte della loro massa costituite a norma delle loro reciproche affinità od attrazioni elettro-chimiche, per il che esse non possono tendere a notevole mutamento di stato; 2. quelle parti che, per essere estranee o accidentali o in qualunque altro modo non soddisfatte nelle loro tendenze, all'opposto delle altre, serbano in sé un'azione perturbatrice, la quale può essere favorita per le oscillazioni cagionate dal calore, dalla luce ec., non costituire che una parte piccolissima de' componenti de' corpi, e quindi essere inefficaci al producimento di effetti sensibili.

Quantunque ciò che ho detto delle condizioni in che si trovano le parti essenziali de' corpi possa sembrare a prima giunta di per sé evidente abbastanza, e non richiedere perciò dimostrazione veruna, talune cose rimangono però ad investigarsi intorno a ciò, e primieramente quell'alterazione che nell'azione elettro-chimica delle parti, conformemente alle teorie dell'Ampère e del Berzelius, può accadere per l'influenza del calore; volendo io alludere a quelle teorie per le quali essi tengono l'azione predetta accrescersi ne' principii o essere menomata per le variazioni di temperatura. Intorno a che può in generale osservarsi che, a norma di esse, trattandosi, non già di sostanze che si portino a contatto fra loro mentre sono a molto differenti temperature, ciò che può avere effetti notevoli; ma bensì di corpi le parti di cui sieno egualmente riscaldate, l'alterazione che può rinscirne, conforme a ciò che si disse di sopra (§. 72), riducesi a ciò, che l'azione elettro-chimica propria di ciascheduno elemento de' corpi stessi verrà ad esaltarsi negli uni più, negli altri meno; invertersi non mai e nè tampoco farsi nulla. Per la qual cosa, essendo già le parti componenti di tali corpi unite fra loro seguendo l'impulso di una tale azione, che è quanto dire dell'affinità, sarà questa per una tale circostanza accresciuta o diminuita di una quantità alquanto piccola, non valevole perciò a produrre alcun sensibile mutamento nelle qualità de' corpi medesimi; lo

che vale pe' corpi in generale. Che se poi si tratti di quelli che si consolidarono pel raffreddamento, e sopra tutto di que' che soggiacquero alla fusione, essendosi le loro parti unite insieme sotto l'influenza del calore, rinnovandosi in su di essi una tale influenza, niun effetto potrà risaltarne; piacendomi qui il ripetere che io intendo sempre di quelle variazioni di temperatura, le quali non sieno da tanto da produrre cambiamento di stato o in tutta la massa del corpo che ne risente l'azione, o in alcuno de' suoi componenti.

Sarebbe forse qui luogo di favellare di quelle correnti elettriche che hanno origine dal calore, il quale porti la sua azione sovra masse solide di diversa natura e poste a contatto. Intorno a che basterebbe, io credo, ricordare quanto altrove si disse (cap. VII.) de' mutamenti che debbono provenire ove ciò si operi in masse d'immensa grandezza, quantunque gli effetti di tali correnti non si rendano sensibili per alcuna alterazione ne' corpi che si sottopongono all'esperienza, essendo esse in tal caso di un grado di forza tenuissimo anzi che no. Si sa in fatti che a rendere manifeste si fatte correnti, si richiede il soccorso di delicati galvanometri. Per il che si ha a dire i predetti effetti minimi anzi impercettibili corrispondere alla tenuità della causa. E così, se questa causa si renda maggiore o per l'intensità o pel tempo o per talun'altra condizione qualunque, maggiori saranno gli effetti e percettibili a noi; ciò che conviene alle masse minerali per le correnti che in esse hanno effetto, come testè si avvertiva.

121. Innanzi di dar termine a queste considerazioni relative ai componenti essenziali de' corpi; resta ad indagarsi ciò che accade in alcuni di questi, ne' quali tutti od almeno la maggior parte delle loro molecole tendono a mutamento di stato. E poichè, come vedrassi, in tali casi questa loro tendenza sorte il suo effetto, varrà questo a convalidare vie meglio i miei principii, facendosi chiaro perciò, che ove la causa si renda più energica, non basta ad impedirle la coesione o forza ritardatrice delle parti. Si vuole qui intendere segnatamente di que' corpi che furono sottoposti prima alla fusione e quindi ad un rapido raffreddamento, perchè le loro parti, sopraprese in posizioni mal convenienti, o alla loro fi-

gura o ad alcun'altra delle loro proprietà, tendono ad allontanarsi dalle posizioni predette. A tal fine serva il vetro di esempio. Ciascuno sa quanto facilmente questo corpo si franga spontaneamente, e sopra tutto se fu di repente freddato. Lo sanno i fabbricatori, che a tale effetto hanno cura di porlo da prima in luogo di una temperatura alquanto elevata, lo che essi dicono dare la tempera; sebbene non perciò impediscano al tutto che poscia esso vada soggetto a spontanee fenditure (1). E più di essi lo sanno ora i fisici per quelle lamine temperate ond'essi si valgono ne' loro esperimenti sulla polarizzazione della luce; di che si avrà a suo luogo a riferire un esempio, in cui rilevasi non solo una di tali lamine fendersi in due, ma alterarsi perciò interamente la disposizione delle sue parti. Ed un movimento spontaneo non meno sensibile e valutabile di quelli che ci presenta il vetro si avrà occasione di considerare fra poco nello zucchero fuso o zucchero d'orzo; il quale non tarda guari a prendere un tessuto cristallino in tutta la sua massa. E similmente avrò in seguito a menzionare analoghi movimenti che si operano nelle sostanze minerali, per quello stato forzato in cui si trovano, al credere del Berzelius e del Fournet, le loro parti integranti. Appresso a' quali fatti pertinenti a' corpi i quali soggiacquero alla fusione, possono forse collocarsi quelli che ci presentano il solfato di niccolo ed il seleniato di zinco già memorati (§§. 81. 117.); i quali per un leggiero aumento di temperatura nell'interno de' loro cristalli vestono un'altra forma. Le parti de' solidi provano adunque un notevole movimento molecolare ogni qual volta la causa è tale quale si conviene all'effetto; per il che quei fisici i quali si fecero a credere che questo movimento abbia ad accadere in tutti i corpi tosto che si consenta la mobilità e la lontananza de' loro elementi, errarono in questo: ch'essi posero mente soltanto alla resistenza, ch'essi credettero perciò doversi considerare quasi che nulla, senza darsi pensiero di valutare in verun modo la causa.

122. Dopo di che null'altro resta a dimostrarsi che la tenuità di quelle parti che, per essere estranee od accidentali, e non essendo perciò soddisfatte nelle loro azioni, debbono

(1) Ved. Bellani, Giorn. di fis. chim. di Pavia. D. II. T. 6. p. 30.

tendere ad allontanarsi dalla loro situazione. Forse che a tale effetto basterebbe il ricordare tutto ciò che il Berzelius avvertiva intorno ai componenti essenziali ed ai componenti estranei de' corpi nel suo *Nouv. Système de Mineralogie*; nelle sue considerazioni e nelle sue analisi, ch'egli reca in mezzo, racchiudendosi già quanto occorre onde convincerci questi ultimi costituir sempre la minima parte de' componenti de' corpi. Gioverà non pertanto il prendere ad esame alcune sostanze minerali per ciò che riguarda la loro composizione, considerata comparativamente nelle varietà di una sola specie, e nelle specie prossime tra loro. Conciossiachè per una tale investigazione, giovando essa a un tempo forse a meglio convalidare l'asserito dell'ill. chimico svedese, saremo tratti a queste due conseguenze importantissime in relazione a ciò che qui si vuol dimostrare: cioè, l'una che queste parti, per quanto può giudicarsi, non esercitarono veruna azione valutabile allorchè i corpi, in cui sono comprese, erano in sul formarsi; il che si comprende dal vedere che i corpi non si alterano menomamente nelle loro proprietà pel variare di cotali parti, sia nella proporzione, sia nella loro natura; onde si avrà a conchiudere tanto meno efficace dover riuscire l'azione loro ove si tratti di operare un qualche movimento ne' corpi medesimi belli e consolidati; l'altra sarà che, quando queste parti aumentano a un certo segno nelle loro proporzioni, concorrono allora insieme colle altre alla produzione delle sostanze ed a determinare le loro qualità; chè anzi si denno avere in conto di essenziali al pari delle altre; e quindi si conviene ad esse applicare ciò che si disse di quelle. Per la qual cosa si avrà sempre migliore argomento per crederci che gli elementi veramente accidentali sono costantemente in proporzioni tenuissime; sendo che ogni qual volta queste loro proporzioni aumentano, esse si cangiano da estranee in essenziali.

123. Incominciando per tanto da quelle analisi le quali si riferiscono alla prima delle conseguenze predette, porrò innanzi a tutte quelle dello spato d'Islanda; una delle sostanze meglio caratterizzate.

	Spato d'Islanda	Spato d'Islanda	Spato d'Islanda	lo stesso d'Andresberg
Calce	55.15	55.30	56.30	55.9906
Acido carbonico . .	45.70	44	43	43.5635
Acqua		0.30	0.30	0.1000
Ossido di manganese con vestigia di ferro	0.10			0.3503
	Stromeyer (1).	Phillips (2).	Berthollet (3).	Stromeyer (1).

Nelle quali analisi si vede l'acqua e l'ossido di manganese, conformemente a ciò che or ora si è detto, variare nelle loro proporzioni e talvolta mancare, senza alterarsi perciò la natura del minerale; in cui all'opposto sono costanti i componenti essenziali, e di poco o nulla si allontanano dalle proporzioni determinate dalla formola Ca C , cioè:

$$\begin{aligned}\text{Calce 1 atomo} &= 356,019 = 56,29 \\ \text{Acido carb.}^{\text{co}} \text{ 1 at.} &= 276,438 = 43,71\end{aligned}$$

Altrettanto si vede nelle analisi istituite dal Simon sulla calce carbonata primitiva.

CALCE CARBONATA PRIMITIVA				
Di Rudersdorf			Di Svezia	
Prima varietà, color bianco lucido	Seconda varietà, color bigio assurroggolo	Terza varietà, color bigio azzurro carico	Quarta varietà, color rosso bruno carico	Quinta varietà, color bigio verdastro
Calce	53,0	49,30	48	47,35
Acido carbonico . .	45,50	40	38	39,55
Silice	1,15	5,55	7	6,55
Allumina	1,0	5,75	6	5,75
Ferro	0,75	1,37	2	3,75
Acqua	1,65	1,15	1	5,55
	100. —	100. —	100. —	100. — (4)

(1) Gilbert's ann. 1813 p. 217.

(2) Phil. mag. XIV. 290.

(3) Gehl. Jour. IV. p. 412.

(4) Klapp. Dict. de Chim. t. 2. p. 100.

Da' quali risultamenti analitici deducesi parimente non esservi che lievissime aberrazioni nelle proporzioni de' componenti essenziali, grandi e senza seguire veruna legge essere quelle degli elementi accidentali. (b).

Analogo esempio presenta pure lo Schieferspath (Wern.) o calcio carbonato testaceo (Tondi), da cui possono desumersi le conclusioni medesime.

SCHIEFERSPATH		
	DI BREMSGRUN	DI KONGSBERG
Calce.	55,00	56,00
Acido carbonico	41,66	39,33
Ossido di manganese.	3,00	—
Silice	—	1,66
Ossido di ferro.	—	1,00
Acqua	—	2,00
	99,66	99,99 (1)

Intorno a che avvisando superfluo l'accumulare gran numero d'esempi oltre a' precedenti (2), mi restringerò a quelli che ci presenta il pirosseno diopside,

	Urtjerus in Finlandia	Langbanabyttus in Vermelandia	Langbanabyttus in Vermelandia	Tømmers in Finlandia	Tjøften in Norvegia
	bianco	giallastro	verdastro	bianco	bianco
Silice.	0,5144	0,5032	0,5416	0,5483	0,5710
Calce.	0,2444	0,2301	0,2273	0,2176	0,2310
Magnesia	0,1800	0,1696	0,1781	0,1805	0,1871
Ossido di manganese.	0,0200	0,0139	0,0218	—	—
Ossido di ferro.	0,0106	0,0118	0,0145	0,0099	0,0090
Allumina	—	—	—	0,0058	0,0043
Perdita per calcinazione.	—	—	0,0190	0,0002	—

(1) Jameson, Syst. of miner. t. 2. p. 542.

(2) Ann. des min. t. 8. p. 311.

In questo minerale le proporzioni de' tre primi componenti di poco divergono dalla formola $\text{Ca}^3 \text{Si}^2 + \text{Mg}^3 \text{Si}^2 = \text{Ca} \text{Si}^2 + \text{Mg} \text{Si}^2$, mentre gli altri sono, come negli esempi precedenti, versatili.

Venendo ora a que' corpi i quali fanno conoscere gli elementi estranei prender posto fra gli elementi essenziali tosto che aumentino nella loro proporzione; a quest' uopo mi farò nuovamente a considerare il carbonato calcario nelle sue diverse specie e nelle transizioni ch'esso presenta. Si vedrà quindi non essere raro il caso in che al carbonato di calce vadano uniti l'ossido di ferro e la magnesia in sì poca quantità da doversi e quello e questa riguardare quali corpi estranei, mentre in altri o questa o quella sostanza, aumentando soverchiamente, fanno che il carbonato calcario si cangi in dolomia o in alcune di quelle tante varietà di ferro carbonato spatico (*Spathiger, Eisenstein, Wern.*), o in carbonato di calce ferrifero, o in mienite ec. Si conoscono in fatti, nè i più diligenti mineralogi mancarono di avvertircene, quelle successioni o passaggi perchè dalla calce carbonata senza ferro si va al ferro spatico senza carbonato di calce; talchè avvi del carbonato calcario con picciolissima dose di carbonato di ferro estraneo alla composizione del primo, e del carbonato di ferro nel quale viceversa il carbonato di calce diviene estraneo (c).

SPATO CALCARIO STRIATO (*STREIFENS-SPATH*)

Carbonato di calce.	0,9445.
Carbonato di magnesia.	0,0122.
Carbonato di ferro.	0,0280.
Carbonato di manganese	0,0050.

Bernhardi e R. Brande (1)

Egli è facile a convincersi che questi tre ultimi componenti si hanno a considerare nel modo predetto, poichè le loro quantità ci porterebbero ad attribuire al carbonato di calce un numero di atomi soverchiamente grande, ed oltre i limiti di quella semplicità che forma uno de' pregi i più rilevanti della teoria delle proporzioni determinate. In fatti que-

(1) Ann. des min. t. 10. p. 266.

sto minerale serba tutte le proprietà dello spato calcario, tranne l'essere in esso uno degli ordinari clivaggi poco determinato; il perchè la teoria e l'osservazione consuevano qui tra loro. Dopo di che prendendo a considerare que' minerali in cui all'opposto l'influenza de' componenti premenzionati si fa vedere nelle proprietà de' minerali stessi, basterà, io credo, il riferirne le analisi.

SPATO AMARO DI SVEZIA

Carbonato di calce	73.
Carbonato di magnesia	25.
Ossido di ferro contenente un poco di manganese.	2,25.
	100,25.

Klaproth (1)

DOLOMIA DEL S. GOTTARDO

Carbonato di calce	52,08.
Carbonato di magnesia	46,50.
Ossido di manganese	00,25.
Ossido di ferro	00,50.
Perdita	00,75.

Klaproth (2)

	DOLOMIA		
	di S. Martino presso al lago di Lugano a piedi del monte S. Salvatore	del luogo medesimo più presso a Melide	della sommità del monte S. Salvatore
Carbonato di calce.	57,4	53,36	57,98
Carbonato di magnesia . . .	40,4	41,28	40,56
Silice ed ossido di ferro. . .	0,6	0,63	vestigia
	98,4	95,27	98,54

Brunner (3)

(1) Mem. de ch. t. 1. p. 280.

(2) Jameson Syst. of miner. t. 2. p. 464.

(3) Ann. Sc. nat. t. 11. p. 112.

MIEMITE GRANULARE

Carbonato di calce	53,00.
Carbonato di magnesia	42,50.
Carbonato di ferro con un poco di manganese. .	3,00.
	98,50.

Klaproth (1)

MAGNESIT (KARSTEN), *MAGNESIE NATIVE* (BROCH.)

Magnesia.	45,42.
Acido carbonico.	47,00.
Silice.	4,50.
Allumina	0,50.
Manganese ferruginoso.	0,50.
Calce.	0,08.
Acqua.	2,00.
	100,00.

Bucholz (2)

Nelle quali sostanze si vede una transizione assai precisamente rappresentata dalle formole: $\text{Ca } \ddot{\text{C}}$ (Spato calcario), $3 \text{ Ca } \ddot{\text{C}} + \text{Mg } \ddot{\text{C}}$ (Spato amaro), $\text{Ca } \ddot{\text{C}} + \text{Mg } \ddot{\text{C}}$ (Dolomia, Miemite) ed $\text{Mg } \ddot{\text{C}}$ (Magnesite) (d).

Analoghe transizioni si osservano nelle seguenti sostanze :

BRAUNSPATH

Calce	43,0.
Magnesia.	10,0.
Ossido di ferro	8,0.
Manganese	3,0.
Acqua ed acido carbonico	26,8.

Berthier (3)

(1) Mem. de ch. t. 2. p. 423.

(2) Jameson, Syst. of min. t. 2. p. 282.

(3) Id. Syst. of min. t. 2. p. 478.

FERRO CARBONATO SPATICO DE BAIREUTH

Ossido di ferro	58,00.
Acido carbonico	35,00.
Ossido di manganese	4,25.
Calce	0,50.
Magnesia	0,75.

Klaproth (1)

LO STESSO

	DI BAYARY	DI CULENLOHE
Ossido di ferro.	0,61	0,595
Calce	—	0,025
Magnesia	0,05	—
Acido carbonico	0,34	0,360
Acqua.	—	0,020

Drapier (2) Bucholz (2)

Nelle quali sostanze è facile l'avvertire essere l'ossido di ferro nel brunispato asceto ad una proporzione tale da far parte de' componenti essenziali; nel ferro spatico essere il componente principale, mentre la calce e la magnesia sono diminuite in proporzione, e doversi avere in conto di elementi estranei. Così la magnesia diviene componente principale nella magnesite; in cui la calce ed il ferro sono meramente accidentali. In quanto a' primi gioverà anzi il rammentare alcune considerazioni che non isfuggirono agli occhi dell'Hatüy e del Brongniart. Il primo di essi dice: « doversi lo spato perlato considerare come il rudimento del ferro spatico, o ciò che vale lo stesso, il ferro spatico l'ultimo termine di una gradazione la quale incomin-

(1) Beitr. IV. 115.

(2) Brongn. Trait. de min. t. 2. p. 176.

« cia dallo spato perlato » (1); ed il secondo, parlando della calce carbonata ferrifera, riportandosi appunto alle considerazioni dell'Haüy, fa osservare che le proporzioni del ferro e del manganese variano in questo minerale da 4. a 60. per cento e più ancora; e sulla variabilità di questi elementi, perchè il manganese prevale talvolta sul ferro, il ferro sulla calce carbonata ec. si fonda egli per cambiare il nome di calce carbonata ferrifera, che in alcuni casi può essere inesatto, in quello di *chaux carbonatée brunissante* (2).

Li quali esempi, che sarebbe facile moltiplicare, basteranno a mio avviso a confermare quanto da me si è detto di sopra: cioè che i corpi accidentali che trovansi compresi nelle sostanze solide, essendo in tenui proporzioni, non possono determinare in esse sensibili movimenti. Nè la cosa può andare altrimenti, perocchè ove le loro proporzioni si accrescano ad un certo grado, essi concorrono in vece al loro primo consolidamento, determinando la natura de' composti, anzi che trovarsi in grado di agire come forze od azioni perturbatrici (c).

124. Se un troppo rapido consolidamento è talvolta cagione, come si avvertiva di sopra, che le parti essenziali dei corpi sieno sopraprese in posizioni ad esse non convenevoli, sì che poi non lasciano di allontanarsene per prendere quell'ordinamento che meglio loro si conviene, v'ha pure alcuni casi in cui la circostanza medesima fa che ne' corpi rimangano intrapresi alcuni principii estranei in sì fatta proporzione, ch'essi valgono poscia a iudurre un sensibile movimento molecolare; di che il vetro parimente somministra un esempio. Se esso contenga una dose eccessiva di alcali, non tarda a perdere la sua trasparenza, ed alla superficie sua offre una sorte di efflorescenza, siccome osservava già il Bellani (3). Altrettanto può dirsi dell'allume artificiale, di che avrò a far parola nel seguente capitolo; il quale rappreso verisimilmente per una troppo affrettata evaporazione, e racchiudendo in sè il ferro, di che le argille a tal fine adoperate non sono mai pure, presentommi dopo qualche tempo una efflorescenza ferruginosa.

(1) *Trait. de min.* t. 2. p. 181. edit. in 8.

(2) *Trait. de min.* t. 1. p. 237.

(3) *Gior. di fis. ch. di Pavia* D. II. t. 6. p. 30.

Per lo che quanto a' movimenti spontanei ne' solidi considerati nella loro causa, dalle cose premesse si avrà a dedurre non avere essi effetto in questi con quella facilità e prontezza come ne' liquidi, per essere la causa predetta, come fin da principio si disse, alquanto tenue; il perchè in que' casi in cui essa si fa maggiore, sia nelle parti essenziali, o più esattamente nelle molecole integranti che tendono ad un più conveniente ordinamento, sia nelle parti accidentali, essi veramente si operano in modo sensibile. E tanto maggiore questo esser debbe nelle masse minerali, e perchè maggiore è la causa, e perchè il tempo concorre alla sua azione. Ed al postutto si ha a conchiudere non essere contrario a' miei principii, nè a quanto per me si è detto della mobilità e distanza delle parti de' solidi, se in questi, e per la forza ritardatrice che vale fino ad un certo punto a resistere allo spostamento di parti, e per la tenuità della causa da cui possono essere indotti cotali spostamenti, ed in generale ogni movimento molecolare, non accadono d'ordinario moti chiaramente percettibili e pronti. Non è però meno vero che alcuni corpi, anche senza manifestare movimenti notevoli e facilmente percettibili, ne attestano per alcune alterazioni che in essi hanno effetto, essere accaduti in essi de' movimenti molecolari; quali sono i precipitati ricordati nel capitolo precedente, che col tempo induriscono, ed altri corpi di che avrò a tenere proposito nel seguente capitolo, e nelle masse minerali sopra tutto.



NOTE AL CAPITOLO IX.

(a) Che male argomentato fosse un tale assurdo; che il riguardare siccome cose contraddittorie fra loro mobilità e distanza di parti, e movimenti io esse lentissimi, abbia a tenersi come giudizio forse che poco consideratamente avventurato, ella è cosa assai facile a dimostrarsi; conciossiachè l'essere le molecole de' solidi mobili e lontane in fra di esse, null'altro costituisce che un'attitudine al moto, nè il moto potrebbesi perciò riguardare come una conseguenza necessaria delle predette due condizioni, se anzi fa d'uopo che una causa qualunque intervenga affinchè esso abbia effetto. Le parti stesse de' liquidi e quelle pur anco de' gas, cui niuno ricuserebbe di accordare una facile e somma mobilità, rimarrebbero in istato di quiete senza una causa che ne determinasse lo spostamento. In fine conviene distinguere l'attitudine al moto dal moto stesso.

(b) Questi ultimi verisimilmente non fanno che alterare il colore del minerale, e forse alcun poco la durezza, siccome è opera delle sostanze estranee che si trovano comprese ne' cristalli.

(c) Riesce spesso difficile determinare il punto in cui una di tali sostanze, cessando di essere accidentale, passa a far parte essenziale del composto, e ciò per l'isomorfismo che esiste tra la calce e il protossido di ferro; ciò che fa che la forma cristallina, non presentando alcuna alterazione, non possa servirci di guida. Giova allora chiamare in soccorso la teoria atomistica, l'una e l'altra sovvenendosi a vicenda.

(d) Può osservarsi che il Beudant (*Trait. élém. de min.* p. 410.) avvisa dovere probabilmente esistere due specie cui possono convenire i caratteri o formole $\text{Ca } \ddot{\text{C}} + 3 \text{ Mg } \ddot{\text{C}}$ e $3 \text{ Ca } \ddot{\text{C}} + \text{Mg } \ddot{\text{C}}$, le quali costituirebbero altri anelli intermedi. Quest'ultima verificasi già nello spato amaro. Se io mal non mi apponga, alle formole supposte dal Beudant può forse aggiugnervene altra, e questa è $2 \text{ Ca } \ddot{\text{C}} + \text{Mg } \ddot{\text{C}}$. Ora è a dirsi che da essa poco si discosta lo spato magnesiaco prismatico preso ad esame dal Klaproth (*Mem. de ch.* t. 2. p. 439.); i componenti di cui furono da esso lui rinvenuti nelle seguenti proporzioni:

Calce	:		33,00.
Magnesia			14,50.
Ossido di ferro			2,50.
Acido carbonico			47,25.
Acqua e perdita			2,75.

COMPOSIZIONE TEORETICA

$$\text{Ca}^2 = 712,028, \text{ ovvero } 39,56.$$

$$\text{Mg.} = 258,352. 14,36.$$

$$\text{C.}^3 = 829,311. 46,08.$$

Le proporzioni della calce differiscono veramente d'alquanto tra loro. È però da avvertirsi che la quantità indicata dal Klaproth è al di sotto del vero, essendo che egli la deduce da 60. parti di carbonato di calce, che più precisamente rappresentano 33,77. Oltre di che può credersi che l'ossido di ferro supplisca in parte la calce per isomorfismo.

(e) Taluna volta una sostanza, la quale agì favorendo il primo consolidamento di un corpo, vale a dire come componente essenziale, manifesta poi una azione opposta. Tale è l'acqua in que' corpi che diconsi efflorescenti. Un tale effetto però si debbe ascrivere all'influenza dell'aria, cioè ad una sostanza che concorre alla decomposizione de' corpi stessi; di che perciò sarebbe qui fuori di luogo il favellare.

CAPITOLO X.

Il moto molecolare si manifesta in alcuni solidi pe' mutamenti che in essi appariscono.

125. **Q**uantunque le cose fin qui considerate siano tali, a mio avviso, perchè si abbia a credere le forze universali portare le parti de' corpi solidi come quelle de' meno coerenti ad un reale movimento molecolare, tranne l'essere negli uni più che negli altri sensibile l'effetto; e quantunque ciò mi abbia prestata occasione di ricordare non pochi fatti, in cui si scorge abbastanza chiaramente un tale movimento, gioverà non pertanto il riferirne taluni altri; ne' quali questo movimento si mostra anche meglio palesemente che in quelli. Chè anzi in luogo di accumularne qui gran numero, siccome sarebbe facile a farsi, preferirò il restringermi ai pochi che io tengo essere più valevoli all'uopo e andar sceverarli da qualunque obiezione.

Se quella prevenzione che sempre ci preme ove trattisi delle cose proprie non m'illuda, egli sembra a me che a rendere manifesto operarsi in alcuni corpi, benchè assai lentamente, un tal quale movimento di parti, sì che queste prendano un diverso ordinamento, sarebbe stato bastante il por mente a quanto ne presentano i corpi elastici, e senza che a tanto altro occorresse che una osservazione tutto che superficiale. Conciossiachè se, a cagione di esempio si consideri una molla diritta, si vede che, ov'essa venga piegata, ed in questo modo duri uno spazio di tempo alquanto lungo, e dopo di ciò si tolga quella forza che produceva la sua tensione o piegatura, essa non torna, siccome è ovvio ad ognuno, alla sua prima situazione o dirittura; donde si ha a conchiudere nel tempo della tensione le sue parti aver preso una nuova disposizione. Senza di questo quella resistenza ad ogni spostamento o mutamento di figura, per la quale ne' primi istanti della sua flessione ten-

deva a tornare alla sua originaria situazione, si mostrerebbe anche in seguito in un grado costante di forza; il che si renderà anche meglio evidente per la seguente considerazione. L'espressione $\varepsilon h^3 \left(\left(\frac{1}{R'} + \frac{1}{R''} \right) \cdot \delta \left(\frac{1}{R'} + \frac{1}{R''} \right) - \delta \left(\frac{2}{3 R' R''} \right) \right)$; con che il Navier (1) vuole esprimere la somma de' momenti delle forze che agiscono in una molla piegata, essendo composta della ε , che è un coefficiente costante proporzionale alla forza di elasticità della molla, della h , che rappresenta la spessezza della molla, mentre gli altri termini sono funzioni de' raggi della curvatura; è tale per la sua natura che i valori delle funzioni stesse non possono cangiarsi finchè la curva descritta dalla molla resta la stessa, come non può variare il valore della h , che, come si è detto, rappresenta la spessezza della lamina. Se non pertanto è forza che si ammetta una variazione nella somma de' momenti stessi, osservandosi che dopo un certo tempo la molla lasciata a sè stessa non prende più la prima figura, null'altro modo rimane onde far cambiare il valore di questa espressione che variando il coefficiente che esprime l'elasticità della molla (ε). Nè potrebbe cambiarsi l'elasticità sua riguardo ad una data posizione senza che variassero a un tempo le relazioni di distanza fra le parti della molla stessa. E in vero, se data una tal molla, la quale appunto per una flessione lungamente protratta abbia presa una figura curva, debbasi, nuovamente curvandola, nuovamente stabilire l'espressione della somma de' momenti delle forze che agiscono sulle sue parti, converrà partire dallo stato iniziale di curvatura: cioè le coordinate che rappresentano i raggi della curvatura non si avranno più a contare sul piano della lamina supposta diritta, come nel primo caso, in cui questa posizione era la forma primitiva della lamina stessa; ma dovrà porsi a calcolo la curvatura che la lamina ha nel secondo caso prima di essere di bel nuovo piegata. Da tutto ciò conseguita la ε considerata come costante dal Navier, e che è tale veramente nel primo istante della curvatura; ed anche in un istante qualunque preso isolatamente, doversi riguardare come variabile, considerata la durata della flessione che soffre la lamina stessa; sì che il valore

(1) N. Bull. Phil. 1823. p. 94.

di questa quantità debbe seguire la ragione inversa della durata della tensione.

126. Al tutto consentaneo a questo mio ragionamento egli è il modo con che la flessione delle molle viene ora considerata nell'art. che si legge nella *Bib. Universelle* (1); ove si dice: « Io immagino che nell'atto in cui una molla viene « piegata, si cambino i contatti delle loro molecole integranti « senza che la loro aderenza sia tolta, e che l'attrazione di coe- « sione tenda a ricondurli al primiero loro *maximum*. Quanto « maggiormente si piega una molla, tanto più la resistenza si « fa maggiore, perocchè si moltiplicano i punti spostati, i quali « tendono a tornare alla loro primitiva posizione. Ma a misura « che questi spostamenti si fanno maggiori, la forza di coesione « propriamente detta, o ciò che vale lo stesso, l'aderenza delle « molecole tra loro va sminuendo, poichè al *maximum* di « tutte le attrazioni (cioè nello stato naturale) questa ade- « renza è al sommo. Egli si vede perciò che col tempo molte « molle s'indeboliscono per essere state troppo lungamente o « troppo fortemente piegate. » Le osservazioni del Savart sulla torsione menano alle deduzioni medesime. Ne sia una prova ciò ch'egli dice conchiudendo la sua memoria sulla reazione di torsione delle lamine e delle verghe rigide. « Frattanto, asserisce egli, io posso dir qui che per quanto debole sia una « forza che torce una verga, incomincia questa sempre dal « torcersi in un modo permanente innanzi di reagire come « se fosse perfettamente elastica, e che aumentando la forza « si opera una nuova torsione permanente, e così di seguito; « in fine che lasciando agire la forza per molte ore, l'arco di « torsione aumenta, ma di una quantità che decresce insensibilmente (2). »

127. Un esperimento in qualche modo analogo a ciò che si è detto delle molle viene riferito dal Pictet. Il quale avendo sottoposto una verga di ferro ad una pressione di dugensettanta libbre, pressione atta a produrre un restringimento nel senso longitudinale di $\frac{1}{1000000}$, osservò che, venendo tolta subito la pressione, la verga riprendeva quasi la primiera di-

(1) S. et A. t. 30, p. 32.

(2) Ann. ch. et phys. t. 41, p. 367.

mensione, non rilevandosi altra differenza che di $\frac{1}{1000000}$ e $\frac{3}{10}$ di milionesimo in meno. All'opposto avendo egli fatto che una tale pressione continuasse senza interruzione per alcuni giorni, allorchè essa fu tolta, niun allungamento si vide accadere nella verga. Si ha quindi a conchindere le parti del ferro essersi in questo mezzo tempo o diversamente disposte od avvicinate fra loro.

128. Un movimento molecolare ne' corpi metallici sottoposti per qualche tempo a talune condizioni si conchiude pure dal Cagniard Latour. Avendo egli osservato che le corde di ottone di una certa lunghezza, dopo di essere state tese per alcuni giorni all'aria, e segnatamente in tempi umidi, si rompono facilmente se si pieghino sotto un angolo un poco acuto, egli opina che ciò sia una prova di un cambiamento nello stato molecolare del metallo (1). In fatti chiunque abbia occasione di usare strumenti musicali con esse incordati, sa bene quanto sieno più facili a rompersi quelle che già servirono a cotal uso, e che perciò sopportarono la tensione, che non lo sono quelle non più usate, benchè rimase a contatto dell'aria. Cospirerebbe egli mai all'effetto, forse più che l'esposizione all'aria, l'oscillazione di parti prodotta dal suono, quasi che dia questo cagione ad una sorte di tempera del metallo? Che la tensione dia cagione ad un movimento molecolare si vede non meno in quegli esperimenti tentati dal Vicat, pe' quali egli ha osservato che alcuni fili di ferro i quali furono da lui assoggettati a differenti tensioni, oltre l'allungamento istantaneo, continuando la tensione, continuarono ad allungarsi sensibilmente; ciò che egli verificò dopo un'anno, 2 anni e dopo 33 mesi (2). Nè quanto accade ai fili di alcuni metalli, allorchè si fanno passare alla trafilatura, provano meno un reale e sensibile movimento molecolare nelle loro parti. Basterebbe forse a tale effetto ricordare soltanto le delicate ricerche del Baudrimont. Non si può lasciare però di riferire alcuni de' fatti più importanti da essolui osservati. Assicura egli che i metalli provano un allungamento considerevole dopo di essere stati assoggettati a quella tempera che in

(1) Ann. ch. et phys. t. 38. p. 193.

(2) Ann. ch. et phys. t. 54. p. 35.

essi produce la trafilatura. Similmente egli ha osservato che non può farsi che con difficoltà ripassare un filo pel foro della trafilatura dal quale è già passato; e che il ferro in particolare esige per questo uno sforzo considerevole, e ciò anche dopo di essere passato pel foro medesimo sei, otto ed anche dieci volte. « Egli è facile a credersi che allorché un filo passa « forzatamente attraverso di una trafilatura, in virtù dell'elasticità sua propria, le sue molecole in parte ritornino sopra « se stesse, e che il suo diametro si accresca al di là della « apertura della trafilatura; ma io ho osservato un fatto per me « inaspettato, e sul quale non mi resta alcun dubbio; questo « è che il diametro di un filo si accresce lentamente e ch'esso « è sensibilmente maggiore dopo un mese che poche ore dopo essere passato alla trafilatura. Io ho ancora osservato, soggiunge egli, che alcuni fili così temperati, che erano stati « piegati in vari sensi e che io aveva accuratamente raddrizzati, « fra un giorno o due perdevano la loro dirittura » (1).

129. Se i fatti precedenti mostrano alcuni movimenti avere effetto ne' corpi perchè le loro parti, cedendo ad una forza estranea si allontanano dalla loro relativa posizione; quelli che sono per riferire fanno conoscere d'altronde le parti stesse conservare in sé una tendenza a riprendere il loro originario ordinamento, come pure si vede in alcuni de' fatti precedentemente discorsi, e questa tendenza sortire il suo effetto; il che viene in soccorso delle cose considerate altrove.

Aveva il Bellani fino dal 1818 (2) fatto conoscere che il vetro, dopo di essere stato riscaldato, non torna pel raffreddamento alle prime dimensioni se non che scorso un lunghissimo tempo, e che questa lenta diminuzione del volume del vetro (della quale allora non si diede pensiero d'assegnare la ragione), durando essa per vari mesi ed un anno, ed anche in seguito, benchè più lentamente, è la causa della irregolarità de' termometri. Questa osservazione confermata poscia (3) dal Pictet, dal Gourdon, dal Flaugergue, che ora si annovera tra i fatti meglio stabiliti, portò questi ultimi due

(1) Ann. ch. et phys. t. 60. p. 94.

(2) Lettera al Dandolo sull'uso di vari strumenti necessari all'uso dei banchi p. 6.

(3) Ann. ch. et phys. nov. 1822. p. 330.

ad immaginare alcune spiegazioni del fenomeno, delle quali il Gay-Lussac non appagavasi (1); il che mi esime dal dovermi qui fare ad esaminare ed a mostrare l'insussistenza di ciò che fu da essi ideato. Avendo poscia l'illustre fisico italiano preso nuovamente a chiarire la sua scoperta (2), si rivolse egli ai miei principii affine di rinvenirne l'etiologia; ed esso pure fu guidato dall'osservazione a conchiudere l'esistenza nel vetro di una forza contraria allo stato di quiescenza; ed a' miei principii si rivolse non meno il Despretz (3). Il De Luc parimente, in una sua memoria sulla pirometria ed areometria (4), studiando l'andamento comparativo di un termometro a mercurio e di un termometro metallico, vide che quest'ultimo non riprendeva mai il primiero volume tornando alla primitiva temperatura; e di più che la differenza era tanto maggiore quanto più lente erano le variazioni di temperatura; sì che da essolui conchiudevasi che « mentre il fluido igneo si agita per
 « qualche tempo nelle materie che non hanno tra loro quella
 « forte tendenza che costituisce l'elasticità, esso produce nella
 « disposizione delle loro particelle alcuni mutamenti che impe-
 « discono ai composti di riprendere esattamente il medesimo
 « volume allorchè tornano al medesimo grado di calore; mu-
 « tamento che non ha il tempo di effettuarsi quando le varia-
 « zioni sono repentine. » Ed egli è a presumersi che se il De Luc avesse osservato dopo alcun tratto di tempo il suo termometro metallico, avrebbe veduto tornare esso pure alle dimensioni che aveva prima di essere riscaldato; cosa che in vero non potrebbesi preventivamente asserire, ma che meriterebbe di essere verificata ripetendo gli esperimenti. Basta però l'osservazione del Bellani per farci conoscere le parti de' solidi poter prendere momentaneamente o un diverso ordinamento o una diversa distanza, conservando in sè una tendenza a tornare alla originaria loro disposizione; e che questa riesce ad effetto, quantunque assai lentamente; il che costituisce un reale movimento spontaneo cagionato dalle forze che risiedono nelle parti stesse (b). Nè a diversa conclusione menano le osserva-

(1) L. c.

(2) Gior. di fis. ch. di Pavia 1822. bim. 4.^o 1823. bim. 1.^o

(3) Ann. ch. et phys. t. 64. p. 312.

(4) Philos. Trans. 1778.

zioni relevantissime del Savart. Le sue ricerche sono note abbastanza a chiunque segua i progressi delle scienze fisiche, perchè occorra che qui se ne riferiscano tutti i particolari. Non potrebbonsi tacere però quelle cose con che egli dà compimento al suo scritto relativo alla struttura de' metalli. « Io « conchiuderò questa memoria, dic'egli, con una osserva- « zione la quale sembra conveniente a tutti i corpi che non « cristallizzano regolarmente; e questo sì è che immediata- « mente appresso al loro consolidamento essi risuonano in « generale con molta minore facilità di quello che essi fac- « ciano alcune ore, alcuni giorni, ed anche alcuni mesi più « tardi. Accade anche soventi volte che un corpo, il quale in « principio non rendeva che suoni i più sordi e difficili ad ot- « tenersi, giunga in fine a tale da vibrare con tanta facilità ed « energia, che le sue particelle si disgregano, ed esso perciò « si schianti in pezzi per la più leggiera concussione. Egli « sembra risultare da ciò che, durante l'atto di consolidamen- « to, molte particelle sieno in certa guisa sopraprese in posi- « zioni dalle quali esse tendono poscia ad allontanarsi, e che « esse non pervengano ad uno stato di equilibrio stabile che « dopo un tempo che è talvolta lunghissimo. Così, per esem- « pio, se si getti in una forma conveniente una lamina circolare « di zolfo e si tenti di farla risuonare immediatamente dopo « il suo raffreddamento, non si può riuscire a tanto; ma « dopo alcuni giorni possono ottenersi de' suoni più o meno « sordi. Se allora si determini il numero delle vibrazioni ot- « tenute mediante un modo qualunque di divisione, e si ab- « bandoni la lamina in riposo per due o più mesi, scorso « questo tempo essa risuona con una estrema facilità; e ciò « non solo, ma pel modo stesso di divisione trovasi che il « numero delle divisioni è divenuto più considerevole; il suo « no può in tal guisa elevarsi d'un tono e più ancora. Cono- « scevasi già che lo zolfo fuso non riprende immediatamente « dopo il suo consolidamento le proprietà istesse che aveva « prima; ma ciascuno era ben lontano dal sospettare che il « decorso di mesi interi e forse di un tempo molto più con- « siderevole si richiedesse a tale effetto » (1). Un fatto ana-

(1) Ann. ch. et phys. t. 41. p. 74.

lugo ci presentano alcuni metalli. Lo zinco, il quale, ridotto in lamine, diviene perciò flessibile, scorso qualche anno ritorna fragile come lo era innanzi di essere sottoposto alla cilindatura a caldo. Nè questa facoltà di perdere la propria flessibilità si limita allo zinco; imperocchè il ferro dolce, se venga abbandonato all'aria per alcuni anni, si rende fragile in modo notevole; e ciò per la tendenza di questo metallo a prendere un tessuto cristallino (1). E lo zolfo ne presenta pure un mutamento nella disposizione delle sue parti; il quale, al tempo stesso che viene in soccorso di quanto qui si vuol dire della mobilità delle parti de' solidi, ci presta una notevole analogia onde rendere ragione del fatto riferito dal Savart. Io intendo di alludere qui a quelle metamorfosi cui soggiacciono i cristalli di cui si compone lo zolfo fuso che si fa cristallizzare pel raffreddamento. Costituito esso in principio di aghi prismatici, se lo si lasci in riposo, non solo quegli aghi perdono la loro trasparenza e flessibilità, ma osservati al microscopio si veggono composti di ottaedri. Ed egli merita che si noti come quegli aghi prismatici non possano riferirsi al tipo cui appartengono questi ultimi.

13o. Le pietre che, tolte al loro luogo natio, prendono col tempo una maggiore durezza, manifestano non meno un movimento molecolare, sia ch'esso consista in una diversa disposizione o sia in un maggiore avvicinamento delle parti. Questo fatto omai ovvio abbastanza, di che si avrà in altro luogo a tener proposito, asserito prima da Bacone (2) e dal Baglivi (3), fu poscia convalidato dalle osservazioni del Molina, del Breislak, del Milano, del Brocchi; il primo dei quali (4) assicura che alcuni marmi d'America non acquistano la richiesta solidità se non che dopo di essere stati posti in opera; ed il Breislak (5), favellando del travertino, dice che per una lunga esposizione all'aria esso acquista un grado notevole di durezza.

(1) Bib. Univ. S. et A. fevr. 1838. p. 418.

(2) Sylva Sylv. cent. 8. exp. 85o.

(3) De veget. lap. p. 478.

(4) St. nat. del Chili p. 56. Mia lettera al medesimo p. 15.

(5) Voy. dans la Campan. t. 2. p. 266.

131. Analogo ragionamento dee farsi in riguardo a' cementi; i quali col tempo acquistano una durezza considerevole anche dopo cessata la loro evaporazione; a' quali si conviene perciò al tempo stesso ciò che si disse (§§. 70. 111.) sulla scorta del Berthollet intorno ai precipitati e ad altri corpi di tal fatta.

132. Così, seguendo l'opinione del Fourcroy, nella mia Memoria prima sui cementi, io attribuiva al tempo la solidità degli antichi edifici, e le osservazioni che dopo quell'epoca mi occorse di fare sugli edifici romani, su di quelli costruiti di materiali laterizi, mi hanno sempre più confermato in quella opinione. Perocchè la natura de' loro cementi, la somma porosità loro non possono certo accagionarsi della sì lunga durata di que' monumenti. Tale è pure l'opinione del Cadet nella Memoria sull'influenza del tempo (1). Si sa in fatti quanta cura si prenda nello innalzare un osservatorio astronomico affine di evitare quelle aberrazioni che risulterebbero dalle variazioni cui vanno soggetti gli edifici meno che antichissimi. Ed egli è perciò che nel nuovo osservatorio di Napoli, eretto sotto la direzione dello Zuccheri, si sono collocati gli strumenti sopra colonne di granito, le quali posano sulla roccia; e queste poi si sono difese dall'azione immediata dei raggi solari; con che si provide ad altra alterazione, cioè sottraendole così per quanto è possibile a quell'oscillazione di cui sono per favellare.

133. Nè il progressivo consolidamento è in fatti ciò che solo si osserva negli edifici e nelle pietre ond'essi si compongono; imperocchè gli uni e le altre manifestano un alternativo accrescimento e menomamento di volume a norma delle variazioni della temperatura; ciò che è perfettamente conforme a quanto si disse intorno alle oscillazioni di parti cagionate dal calore. E questo fatto, osservato già dal Bouguer (2), può al presente validarsi per le più esatte osservazioni. L'illustre astronomo italiano, il Cesaris, per mezzo d'istrumenti delicatissimi e ripetutamente osservava già alcuni anni addietro i muri dell'osservatorio di Milano andar soggetti ad un continuo movi-

(1) Bull. de Pharm. t. 6. p. 149.

(2) Mem. dell'Acc. delle Sc. di Parigi 1754.

mento, a certe oscillazioni periodiche giornaliere; nè egli mancò, nel render conto di questo fatto, d'ascriverlo ai diversi gradi di riscaldamento cagionato in quell'edificio dall'azione del sole. In fatti essendo il cielo nuvoloso esso cessava del tutto (1). Al quale proposito ricorderò quanto asserivami un tempo uno dei più chiari ingegni italiani, il ch. Gio. Fabbroni: cioè d'aver egli fatto su di una chiesa di Parigi, mentre colà con tanta sua gloria egli dimorava, una osservazione del tutto conforme a quella del Cesaris. Ed egli potrebbesi senz'altro ascrivere alla causa medesima quel moto periodico osservato dal Vicat negli archi del ponte di Souillac; di che si fa parola negli *Annales de Chimie et de Physique* (2). Le ricerche però del Bartlett s'aggiungono ora a porre una tal cosa fuor d'ogni dubbio, avendo egli inoltre determinata l'espansione ed il restringimento che si operano alternativamente nel granito, nella pietra calcaria e nel gres, che sono i materiali ordinariamente adoperati nelle costruzioni (3); ond'egli conchiude dover questo essere cagione che, abbassandosi la temperatura e perciò contraendosi le pietre medesime, le commessure lascino degli spazi; come appunto osservava il Vicat medesimo.

134. Tornando ora a favellare di que' movimenti, i quali, anzi che in semplici oscillazioni di parti, consistono in più profondi rimutamenti, conformemente a quanto si disse nel precedente capitolo intorno a quella tendenza che tuttavia sussiste nelle parti di alcuni corpi, per la quale sono esse portate a prendere una più conveniente disposizione reciproca, di che ebbi a trarre alcuni esempi dai corpi rapidamente consolidati, ed uno pure se ne ricordava or ora in proposito delle osservazioni del Savart sullo zolfo; porta il pregio che qui si prendano a dichiarare alcuni de' fenomeni i quali forse anche più convincentemente manifestano gli effetti di una cotale tendenza, e quindi un movimento molecolare, su di che non potrebbe più aver luogo dubbio veruno. Al quale effetto prendendo innanzi a tutto a considerare quelle lamine di vetro temperate, delle quali ebbi già a fare un qualche cenno, a rendere una più chiara idea de' fenomeni ch'esse presentano mi varrò appunto

(1) Ann. ch. et phys. t. 2. p. 405.

(2) T. 27. p. 70. 78.

delle parole con che essi furono già annunziati dal Seebeck, che per primo ebbe in sorte il poterli osservare. « Io aveva, egli dice, alcune lamine grandi circa pollici 6. $\frac{1}{4}$ e della « grossezza di pollici 3. $\frac{1}{2}$, le quali erano state riscaldate e « prontamente raffreddate. Esse producevano delle figure ben « formate, simili a quelle da me rappresentate . . . Alcuni giorni « appresso si schiantò improvvisamente da una di queste lamine « un angolo, la cui frattura era in forma di arco. Questa cir- « costanza bastò a cambiare la figura *entoptica*; essa prese « delle tinte meno vive; gli occhi che si vedevano negli an- « goli, prima composti di quattro anelli di diversi colori, non « mostravano più ne' tre angoli che rimanevano, se non un « semplice colore giallo con una debole tinta rossastra al cen- « tro » (1). Il quale fenomeno poscia in varie guise ripetuto ed istudiato da' fisici e sopra tutto dal Brewster, fa chiaramente conoscere essere per la rottura avvenuto un diverso ordinamento in tutte le parti della lamina; ciò che ora consentono i fisici in generale, e particolarmente il Biot (2) ed il Pouillet. « C'è « bien la une preuve, dice quest'ultimo, que la trempe re- « tient les molécules dans un état forcé où elles sont toutes « solidaires, et que l'on ne peut rien déranger dans une des « parties sans déterminer un nouvel arrangement dans l'en- « semble (3). »

135. Nella mia lettera al Molina io riferii a sostegno della mia opinione quanto si dice nell' *Encicl. math. art. Adhérence, Dict. de Chimie* di alcune lamine di cristallo, le quali, essendo rimaste per qualche tempo le une sovrapposte alle altre, non poterono più separarsi senza che una di esse distaccasse una scheggia dall'altra; al quale proposito io volli ripetere quanto conchiude da ciò l'autore di quell'articolo, cioè: che « l'adesione del contatto era giunta al punto di superare la « coesione stessa del vetro. » La qual cosa, come ognun vede, non può accadere senza che nelle parti delle lamine predette, e segnatamente nelle più superficiali, accada un movimento molecolare. Il Bossi (4) oppose a ciò non essere questo fatto

(1) N. Bull. phil. 1816. p. 50.

(2) *Traité de phys.* t. 4. p. 571.

(3) *Élémt. de Phys.* t. 2 p. 604.

(4) *Bib. ital.* n. 33.

nè « ben chiaro, nè forse bene accertato », essersi trascurato di notare molti accidenti che forse ebbero parte al fenomeno, e perciò essere « assai difficile il dedurre da questo fatto alcuna conseguenza. » Ora mi è dato riferire un fatto del tutto conforme; con che si convalida quanto da me adducevasi allora, escludendo a un tempo tutto quanto mi si poneva incontro. Le lastre di cristallo, che negli opifici di Parigi, dopo averne levigata perfettamente la superficie, si dispongono le une adossate alle altre un poco inclinate come i libri ne' scaffali, dopo essere rimaste lungo tempo in tale posizione, per quanto ne assicura il Pouillet (1), contraggono una tale adesione fra loro che non si riesce a separarle senza romperle. E ciò non solo, chè spesso avviene che tre o quattro di esse si vedono per così dire talmente incorporate tra loro che possono lavorarsi insieme, arruotarsi sui bordi e tagliarsi col diamante come se si trattasse di una lastra sola. Egli assicura non meno avergli il Desormes fatto vedere de' pezzi composti di tre o quattro lastre, da essolui presi alla fabbrica di Saint-Gobin, intorno ai quali così si esprime: « Questi saggi formavano rettangoli che avevano alquanti pollici di lati, e i vari pezzi che li componevano, saldati così dal tempo alla temperatura ordinaria, non avevano fra loro minore aderenza di quello che se essi fossero stati fusi insieme; imperocchè egli era mestieri di una grandissima forza meccanica per fare ch'essi scorressero sulle loro superficie a contatto; ed allorquando uno credevasi di essere pervenuto a separarli, aveva in vece a rimanere sorpreso in vedendo che essi non avevano altrimenti strisciato gli uni sugli altri, ma che in vece le lastre si erano infrante nella loro spessore; di modo che la superficie di contatto dell'una vedevasi coperta, e questo per molta estensione, da grandi scaglie distaccate dall'altra. »

E poichè qui mi occorre far parola de' movimenti molecolari che hanno effetto nel vetro, è pregio dell'opera il menzionare altri fatti che del pari ci fanno conoscere come in questa sostanza possano le parti prendere una diversa disposizione reciproca. Nel numero di questi possiamo noi porre il cangiamento del vetro in porcellana del Réaumur; lo che, come si sa, ac-

(1) *Élém. de Phys.* t. 3. p. 41. 2. edit.

cade allorchè esso si faccia freddare assai lentamente; nè questo in altro consiste che nel disporsi le parti del vetro ad una regolare cristallizzazione. E questo si vede pure allorchè si espone il vetro da bottiglie ad un calore lungamente continuato, incapace però di fonderlo; il perchè con tal mezzo si ottiene che esso si cangi in una sostanza cristallina. Ciò in vero accade sotto l'influenza del calore; ma poichè ciò ha effetto ad una temperatura di molto inferiore a quella che è capace di procurare la fusione del vetro; non si può a meno di riconoscere in quei trasmutamenti un reale movimento molecolare in un corpo solido. Che ciò avvenga del pari nella tempera de' metalli, e sopra tutto dell'acciajo, la quale senza dubbio consiste in una nuova disposizione delle molecole del metallo, e che ha effetto senza che ne accada la fusione, è ciò che è facile a comprendersi (*d*).

136. Un fenomeno in cui il moto molecolare ed il cambiamento di disposizione delle parti si rende manifesto in modo, che di niun raziocinio è uopo onde convincercene, egli è quello osservato dal Braconnot, e che io stesso, considerandolo come fatto veramente capitale, ho voluto ripetutamente verificare. Come accennavasi di sopra (§ 121.), vide questi che lo zucchero fuso, che più comunemente si conosce sotto il nome di zucchero d'orzo, può passare dallo stato amorfo allo stato cristallino, cioè prendere un tessuto cristallino in tutta la sua massa, e ciò senza il concorso del calore o dell'umidità. Avendo anzi egli esclusa per fino l'umidità atmosferica, facendo che una tale cristallizzazione si operasse in un vaso perfettamente chiuso e contenente del cloruro di calcio, non poté egli considerare un tale fenomeno se non che un effetto di vero e reale movimento delle parti di corpo solido e compatto (1). Per la qual cosa non dissimulerò godermi l'animo in vedere che osservazioni istituite dai più diligenti scrutatori delle cose naturali, si uniscono a convalidare una teoria da me forse prematuramente annunziata, e che perciò in principio incontrava oppositori anzi che l'approvazione di molti. E ciò in gran parte, per quanto io credo, avvenne per esserini valso di fatti non al tutto convincenti; i soli però che a que' giorni

(1) Ann. ch. et phys. t. 16. p. 427.

potessero recarsi in mezzo; nella somma de' quali parve a me doversi scorgere ciò che poi si rese chiaro per più accurate investigazioni.

Rivolgeva il Beudant similmente la sua attenzione a questo fatto che ci presenta lo zucchero d'orzo. Riguardo a che fu a lui posta incontro una obiezione analoga a quella del Phillips, di che sono per tenere proposito: cioè che la struttura fibrosa che acquista lo zucchero predetto coll'andare del tempo, esisteva già senza essere visibile; la quale egli esclude colla seguente osservazione. « In fatti, dic' egli, se frangasi irregolar-
« mente un pezzo di zucchero di pomi o di zucchero d'orzo,
« e si lasci esposto all'aria, noterassi che lo strato fibroso lo
« involgè intorno intorno; che le fibre cambiano direzione
« da una faccia all'altra, e ch'esse sono normali a ciasche-
« duna faccia. Io confido, continua il Beudant, che secondo
« questo modo di osservare si vorrà ammettere che il fram-
« mento irregolare non possiedevasi altrimenti una *predisposi-*
« *zione* cristallina, come si è voluto supporre » (1). Nè ciò che presenta lo zucchero d'orzo costituisce un fatto unico. Si sa che l'acido arsenioso sublimato o fuso col tempo perde l'aspetto vetroso e la sua trasparenza; e questo non solo, chè esso si trova dopo di ciò avere acquistato una diversa densità e solubilità, e ciò che più importa, esso si vede allora costituito da una moltitudine di piccoli cristalli. Un simile fatto si nota nel bi-ioduro di mercurio, o ioduro mercurico (Berz.); il quale, se sia distillato, si mostra di color giallo. Se però si pongano in vibrazione le sue parti, se lo si comprima in qualche modo, esso tosto riprende il suo bel colore rosso che aveva innanzi di essere sublimato. Intorno a che, anzi che ricordare qui altri fatti di tal specie, alcuni de' quali furono menzionati di sopra (§ 81.), dirò che la dottrina del dimorfismo ci rende ragione di cotali mutamenti.

137. Del pari convincenti si troveranno le seguenti osservazioni del Mitscherlich. Una di queste si riferisce allo zolfo; la quale concorda perfettamente con tutto ciò che intorno a questo corpo si è detto in altro luogo di questo capitolo. Avverte egli che i suoi cristalli ottenuti mediante la fusione ed

(1) *Trait. élém. de miner.* p. 157.

il raffreddamento, se sieno esposti all'aria, divengono opachi e s'imbiancano (1). Essendo lo zolfo al tutto inalterabile all'aria, ciò non può attribuirsi che ad una diversa disposizione che col tempo prendono le sue molecole; come si vede nelle sperienze del Savart riferite di sopra. Non pago forse di ciò, volle egli tentare degli esperimenti sopra altre sostanze. Il perchè « avendo riscaldati de' cristalli trasparenti di solfato di zinco » e di solfato di magnesia nell'olio, osservò ch'essi divenivano « a un tratto opachi giunti che fossero alla temperatura di » 42.° R.; e frangendoli allora, conobbe che la loro struttura « era interamente cangiata; assicurandosi d'altronde che questi » sali non perdevano perciò la menoma porzione di acqua di » cristallizzazione. Dond'egli concluse che nelle molecole di » un corpo può avere effetto un movimento, in forza di che » esse dispongonsi simmetricamente in un'altra maniera, e » danno così origine ad un'altra specie (2). La quale conclusione è del tutto conforme a quella ch'egli parimente desume dai cambiamenti di forma che alcuni sali, e segnatamente il solfato di niccolo ed il seleniato di zinco presentano allorchè vengono esposti al calore del sole, e che io riferii al cap. VI.

138. Intorno alle quali cose conviene dar opera ad escludere l'obiezione del Phillips (3) accennata di sopra; in su di che io confido che poche considerazioni saranno bastevoli onde convincerci della sua insussistenza. Riguarda egli siccome probabile che quando i prismi di solfato di niccolo, per esser esposti al sole, si cangiano internamente in ottaedri (tali diverse figure dipendendo, al credere di lui, da eccesso di acido ne' cristalli della prima di dette forme, anzi che dalla proporzione dell'acqua di cristallizzazione, siccome tiene il Mitscherlich), ciò provenga soltanto dall'essere per l'efflorescenza tolto l'involucro di cristalli romboidali, sì che restano allo scoperto i cristalli ottaedri inchiusi ne' primi e preesistenti. Vuol' egli, è vero, convalidare questa sua opinione asserendo che minuti cristalli ottaedrici si scorgono ne' cristalli romboidali; ed inol-

(1) Ann. ch. et phys. t. 24. p. 266

(2) Ann. des min. 2 ser. t. 1. p. 79.

(3) Phil. mag. and ann. of phil. n. 22. p. 287.

tre egli avvisa, seguendo il credere del Brooke, che la forma che il Mitscherlich definisce ottaedra a base quadrata, possa considerarsi in vece come quella di un prisma quadrato. Egli sembra però che non si possano consentire tali obiezioni, primieramente per essere, siccome ognuno il vede, tutt' altro che conformi alle leggi de' cristalli; oltre di che esse porterebbero ad ammettere nelle osservazioni del Mitscherlich una tale inesattezza, la quale non è supponibile in chi seppe sì minutamente e sì diligentemente studiare le figure de' cristalli, come tutti sanno. E quando pure si volesse dare un qualche peso alle predette obiezioni del Phillips in quanto a' soli predetti, è facile a vedersi ch'esse in minor conto varrebbero riguardo a' due seguenti fatti. Avendo il chimico predetto fatto bollire nell' alcole de' grossi cristalli di solfato di ferro, vide egli non intervenire nella loro forma esterna variazione alcuna, ma che nel loro interno eransi formati de' cristalli appartenenti al sistema prismatico, i quali contenevansi in piccoli spazi vuoti (1). Ed il Beudant, recando in mezzo analoga osservazione, asserisce che il solfato acido di potassa cristallizzato in romboedri, col tempo prende una struttura fibrosa, sì che alla fine si cangia in fascetti di apparenza sericea; intorno a che non lascia egli di avvertire che ciò si compie senza che la sostanza venga nuovamente disciolta (2). A' quali casi, come ho detto, non convengono le obiezioni del Phillips, per lo che il mutamento di figura è tale che non può spiegarsi in verun modo ricorrendo alla sua supposizione.

139. A lato alle quali osservazioni intorno ai cambiamenti di struttura nelle sostanze cristalline merita che si ponga la seguente, di cui siamo debitori al Poggendorf, e che io stimo dover riferire colle sue stesse parole. « Non è raro il caso, dic' egli, che frammenti di pietre al Vesuvio cadano nella « lava fluida; il perchè il minerale di cui sono esse composte « si trova più o meno alterato. Ciò accadde fra gli altri ad « un cristallo di arragonite. La roccia in cui questo comprende- « vasi non venne fusa, ma l' arragonite soffrì un tal grado di « calore che all' esterno si cangiò in ispato calcario, mentre

(1) Ann. ch. et phys. t. 37. p. 209.

(2) Trait. élém. de min. p. 157.

« nell'interno serbava lo stato di arragonite, in modo però
 « che l'intero cristallo di arragonite mostrava la sua forma
 « originaria. Si protratta fu l'azione del calore che la parte
 « cangiata in spato calcario potè prendere la forma propria
 « di questa sostanza, tal che la crosta del cristallo compone-
 « vasi di molti cristalli di spato calcario, scorgendovisi distin-
 « tamente le faccette romboidali, e presentando alla canneta
 « gli ordinari caratteri che lo qualificano (1). » Qualunque
 sia il modo perchè l'arragonite si distingue dallo spato calcario,
 e tanto più ove piaccia considerare queste due sostanze isomeri
 tra loro, nel fatto qui riferito si scorge una sostanza, in cui
 la disposizione di parti si è alterata. E se la roccia in che essa
 comprendevasi non provò alcuna fusione, molto meno poteva
 ciò accadere nel cristallo stesso, e perchè racchiuso nella pri-
 ma, e perchè infusibile; il che basta ad escludere ogni obie-
 zione che si volesse desumere dall'azione del calore.

140. Potrebbe in fine menzionarsi a tale proposito la cal-
 caria compatta; la quale, nella sua conversione in dolomia, non
 solo si cangia in roccia di tessuto granulare, ma prende inoltre
 la forma di romboide primitiva; intorno a che basterà forse
 questo breve cenno, avendosene a favellare altrove rispetto ai
 fatti geologici ch'essa presenta, riportandomi intorno a ciò alle
 belle considerazioni ed osservazioni, e sulla genesi della dolo-
 mia in particolare, e sulle metamorfosi de' minerali in genere
 esposte dal Virlet in una sua lettera all'Arago (2). Rispetto
 però a questa sostanza merita che qui si riferisca una osserva-
 zione del Becquerel certo importantissima. Avendo egli trovato
 un ammasso di grossi pezzi di dolomia, estratti dal terreno po-
 chi anni addietro, frammisti ad altri di gneis interamente de-
 composto, si diede egli cura di esaminare quelli della prima di
 tali sostanze che trovavansi a contatto dell'altra, e ciò affine di
 conoscere le alterazioni che da questo contatto erano provenute.
 Vide egli perciò che la dolomia, la quale era molto dura e
 lamellare ne' punti contigui alla roccia predetta, era divenuta
 granulare, friabile e porosa, come se l'acqua l'avesse pene-

(1) Edinb. new phil. Jour. n. 22. p. 302. Per la etiologia di un
 tale cambiamento può vedersi: Dumas, *Leq. sur la Phil. ch.* p. 252.

(2) Edinb. new phil. Jour. n. 41. p. 95.

trata. L'analisi comparativa mostrò a lui in vero una maggiore proporzione di calce nella dolomia indecomposta che nell'altra; lo che può far credere che realmente l'acqua abbia agito su quest'ultima eliminando una porzione di carbonato di magnesia, come più facilmente solubile; ma il cangiamento di struttura da lamellare in granulare non può ascriversi che ad un movimento molecolare, procurato forse dall'azione galvanica che, secondo i principii del Becquerel, si manifesta sempre pel contatto de' corpi eterogenei, ed a cui egli crede che si debbano ascrivere molti mutamenti che si operano alla superficie, e nell'interno della terra (1). Con che non intendo di escludere che la conversione della calcaria in dolomia, in alcuni casi, si abbia ad ascrivere all'influenza plutonica di alcune rocce; siccome si vedrà a suo luogo.

141. A questi esempi di movimenti molecolari perchè le parti de' corpi si dispongono diversamente fra loro, altri possono aggiungersi e non meno importanti di quelli, consistendo in una eliminazione di principii, e talvolta in un'addizione di nuovi elementi. Al primo caso si riferisce ciò che a me fu dato osservare, come dianzi accennai (§. 124.), su di un pezzo di allume fatizio che io ebbi da una delle fabbriche di Marsiglia. Questo sale che colà si prepara facendo agire l'acido solforico sulle terre argillose, contiene sempre un poco di ferro, di cui le argille che si adoperano non sono mai spoglie. Scorsi alcuni mesi da che esso serbavasi nella mia collezione, incominciai ad avvedermi di alcuni punti gialli alla sua superficie. Cuoprii allora con campana di vetro questo saggio che per me si rendeva importantissimo. Due anni appresso, allorchè per la prima volta io pubblicava questo mio scritto, quelle piccole macchie si erano di già ampliate, talchè in alcune parti formavano una specie d'incrostazione. Intanto i cristalli di allume di cui componeasi il saggio medesimo, non avevano per questo perduto nulla della loro trasparenza, nè il menomo indizio di efflorescenza scorgevasi alla loro superficie. Posso ora aggiugnere che, scorsi parecchi altri anni, li cristalli di allume conservano tuttavia la primiera loro diafanità, e che intanto la predetta incrostazione si è sensibilmente aumentata. Esaminata essa pel ferro-

(1) Ann. ch. et phys. t. 54. p. 154.

cianuro di potassio (cianuro ferrico-potassico, Berz.), manifestò questo un sale di protossido. Esso ha forse una composizione analoga a quella della ruggine, cui somiglia nel colore, e contiene perciò del carbonato di protossido. Dalle quali cose conseguita evidentemente che le parti dell'allume tendono ad escludere ciò che è estraneo alla sua costituzione; e che in una sostanza bella e concreta, senza il concorso di alcun liquido, si opera un effetto perfettamente simile a quello che accade nei corpi allorchè si compie la loro cristallizzazione, sì che essi vanno di per sè sceverandosi da' principii eterogenei. E ad una pari eliminazione debbesi verisimilmente ascrivere quell'alterazione altrove menzionata (§ 124.) che avviene nel vetro ed alla sua superficie, la quale mostra una sorte di efflorescenza, e nella sua massa, perchè la sua trasparenza si offusca in parte. Ricorderò in fine il kaolino, la cui produzione, come si dirà a suo luogo, si opera per l'eliminazione di alcuni de' suoi principii.

12. La cosa procede all'opposto ne' corpi intorno a' quali sono per far parola, perocchè l'alterazione che in essi interviene consiste nell'addizione di uno o più principii. Le grosse verghe di ferro, le quali rimangono lungamente esposte all'aria e che perciò si alterano in tutta la loro massa, sono quelle che a mio avviso offrono uno de' fatti di tal sorte i più concludenti. Vedesi in fatti la ruggine (*e*) formarsi non di rado tanto alla superficie quanto nel loro interno, perchè esse non solo si scheggiano, ma inoltre si rigonfiano, e talvolta per alcun tratto pervengono a poco meno che a separarsi in due, il che spesso occorre vedersi nelle inferriate. Nel quale effetto queste due cose si hanno a considerare: e l'unione di ciascheduna particella del ferro con principii estranei; e l'aumento di volume; l'una e l'altra costituendo un reale movimento molecolare. Quanto a quest'ultima si dee in essa vedere una conseguenza necessaria della prima; conciossiachè essa proviene non tanto dall'addizione di altri principii che accrescono la massa, quanto dall'ampliamento di volume proveniente dalla minore densità del composto che va lentamente formandosi; il perchè le parti interne gradatamente vincono l'ostacolo che alla loro dilatazione oppongono le più esterne, ed in generale la coesione. E così se il ferro in cui si opera un tale mutamento, anzi che

essere libero intorno intorno, si trovi impegnato in altro corpo solido, siccome accade sovente, per esempio, nelle muraglie, la forza predetta non solo vale a superare la coesione delle parti del metallo, ma la resistenza eziandio del corpo in che si trova compreso.

Resta ora a considerarsi la intromissione di nuovi principii per entro alla massa metallica e la loro unione di molecola a molecola. Che ciò si faccia in forza di un'azione elettro-chimica, è ciò che a me sembra non potersi in verun modo rievocare in dubbio. Tale è l'opinione pure anche del Becquerel, il quale dice che « quando un pezzo di ferro « trovasi di già ricoperto in qualche parte di perossido idrato, « e sia esposto all'azione dell'aria e dell'acqua, la sua ossida- « zione progredisce più rapidamente, divenendo perciò il ferro « il polo positivo di una piccola pila, l'azione di cui non « cessa fino a tanto che il ferro non siasi per intero convertito « in idrato di perossido o in ossido magnetico, a norma del « più o meno pronto rinnovamento dell'aria. » (f). E quanto al modo pel quale si effettua questo mutamento nel ferro, egli, opina che « la decomposizione (o combinazione che dir si voglia) tosto che abbia avuto incominciamento alla superficie, penetri fino al centro del ferro, talchè avvii trasporto di ossigeno, come nelle cementazioni ordinarie (1). Per la qual cosa, affine di meglio comprendere ciò che da lui voglia intendersi con questo, gioverà il dire che la cementazione, alludendo, come si vede, alla cementazione dell'acciajo, si tiene da lui operarsi per un successivo trasporto delle molecole del ferro, o piuttosto per una alternativa sostituzione delle molecole del ferro e del carbonio, sì che mentre quelle che in prima trovavansi alla superficie si portano verso l'interno del corpo, altre vengono ad occuparne il posto procedendo dall'interno all'esterno. Egli stesso però osserva che, se nella cementazione del ferro interviene l'azione del calore, il quale al credere di lui giova all'effetto per la diminuzione di coesione, manca poi questa circostanza nell'irruginito ed in altre simili alterazioni: ond'egli è portato a credere che in tali casi « la risultante delle attrazioni e repulsioni

(1) L. c. p. 139.

« elettriche prevalga sulla forza di coesione ». Laonde, secondo i principii di lui, convien credere che per questa sola condizione il trasporto de' principii dall'esterno all'interno, e viceversa, possa accadere nell'irrugginire del ferro, e la combinazione, come si disse, operarsi molecola a molecola. La quale etiologia si troverà, io credo, tanto più conforme al vero, prestando essa il modo di rendere ragione di quell'aumento di volume e di quella forza per la quale il ferro vale a superare ogni ostacolo, il quale oppongasi alla sua dilatazione. Al che non si perverrebbe altrimenti supponendo una semplice sovrapposizione di parti alla superficie esterna, nel senso il più comune che ordinariamente si dà ad una tale espressione; perocchè questo null'altro farebbe che concedere ai corpi, in cui hanno luogo sì fatte alterazioni, la facoltà di occupare interamente uno spazio, e nulla più. Che poi questa ossidazione del ferro, la quale si compie nel modo predetto, cioè molecola a molecola e per opera di azioni elettro-chimiche, le quali fanno che le molecole stesse si portino dall'esterno all'interno e dall'interno all'esterno, presenti (quantunque ciò possa a prima vista considerarsi siccome cosa a dirsi ardua di troppo) una non lontana analogia colla nutrizione organica, è ciò che in altro luogo si prenderà ad esame.

143. Che la etiologia assegnata alla predetta alterazione del ferro convenga anche ad altri corpi che vanno sottoposti a taluni mutamenti nella loro natura per aggiungersi ad essi nuovi principii, non esclusi quelli che vestono perciò una forma cristallina, è ciò che è facile a comprendersi, ed il Becquerel medesimo lo avverte, accennando eziandio ai cristalli pseudomorfi (1). E così possono ricordarsi a quest'uopo que' nodi di carbonato di ferro o forse d'idrato ferrico, che spesso fanno che i crociuoli di piombaggine del commercio si sollevino in iscaglie alla loro superficie; e que' cristalli di ossido rosso di ferro (ossido ferrico, Berz.) che io ebbi occasione di osservare in uno de' crociuoli medesimi che aveva sofferto l'azione del calore, e che fecero ch'esso si fendesse in varie parti (g). Similmente può l'etiologia predetta convenire a que' cristalli di allume, perchè nella miniera di Hurlest presso

(1) L. c. p. 137.

Glasgow lo scisto alluminoso, che ne forma il letto, prosima delle fenditure, nelle quali la materia salina, come asserisce il Nicolson (1), tende evidentemente a separare le pareti delle fenditure istesse. Nè forse un pari ragionamento disconviene a quelle piriti formate di solfuro ferroso misto al persolfuro di ferro, le quali per la sola esposizione all'aria si rigonfiano da prima e quindi si cangiano parte in solfuro di ferro e parte in solfato ferroso, il quale si porta alla superficie; gli elementi di cui provengono eziandio dalle più intime parti delle piriti stesse. E finalmente possono trovar qui luogo, benchè si tratti di mutamenti in cui al tempo stesso accade l'eliminazione di alcuni elementi e l'aggiunta di altri, quelle alterazioni cui accenna il Berzelius (2), perchè i cristalli naturali di carbonato ferroso, di ossido ferroso-ferrico, di ossido o d'idrato ferrico esposti ad una corrente di gas solfido idrico (idrogeno solforato), si convertono in solfuro di ferro, conservando le forme e lo splendore delle predette sostanze, ed in parte ancora i clivaggi loro.

144. In altro luogo dello scritto medesimo testè citato il Becquerel dice: « Affidandoci a queste idee teoretiche (egli intende dell'azione elettro-chimica delle parti alterata pe' cambiamenti di temperatura) non sarebbe egli concesso a noi « il rendere in tal modo ragione delle decomposizioni che « hanno effetto, dalla superficie al centro e dal centro alla « superficie, in alcune masse considerevoli di granito, di ferro-spatico e d'altri corpi, supponendo un effetto analogo « alla cementazione, senza che le masse predette abbiano « cessato di essere solide? (3) ». Ora io avviso ciò convenire segnatamente alla dolomia, quando intorno alla genesi di questa sostanza si segua l'opinione del De Buch; chè anzi rendendosi perciò ragione di quanto egli suppose a tale proposito, la sua teoria verrà ad esserne meglio convalidata. Potrà così facilmente comprendersi come la magnesia abbia potuto introdursi nella massa delle rocce calcarie, e cambiarne il tessuto e la forma cristallina, giovando forse all'effetto il calore, o in quelle epoche in cui la superficie del globo tuttavia risentiva l'influenza della massa rovente che ne tiene il centro, o

(1) Bib. Brit. S. et A. t. 36 p. 175.

(2) Trait. de chim. t. 3. p. 262.

(3) L. c. p. 132.

pel contatto di altre rocce in istato di fusione, dando esso agione a quelle variazioni nell'azione elettrica delle molecole, di che non è ancor molto si fece parola. Nè credo che a ciò vorrà opporsi la differenza di mole che passa tra una massa minerale ed una verga di ferro; obiezione che sarebbe facile a togliersi di mezzo. Il perchè basterà, senza dare un soverchio peso all'autorità, il dire che il Becquerel segue una pari sentenza, come si scorge nel passo di lui or ora riferito.

145. Tutti li quali fatti facendoci chiaramente conoscere alcuni principii, mercè l'azione dell'elettricità, potere introdursi per entro ai corpi solidi, o in altro modo qualunque attraversare la loro massa, e cangiare perciò la loro natura e la loro forma, e quindi riuscirne un movimento molecolare, manifesto non meno che negli altri casi precedentemente discorsi, occorre che tali particolari si prendessero alquanto minutamente ad esame. E poichè fra le considerazioni che nel seguente capitolo da me si contrappongono a quell'opinione sull'infiltrazione, cui molti geologi ebbero ricorso affine di rendere ragione di alcuni fatti, mi occorrerà sostenere l'insufficienza dell'acqua a penetrare le masse minerali; donde forse potrebbe arguirsi essere ciò in opposizione con quanto or ora si disse intorno all'intromissione di alcuni principii entro corpi già consolidati e compatti; volendosi qui prevenire una tale obiezione, a tal fine basterà il rilevare come da me si asserisca la predetta intromissione di principii avere effetto per la influenza dell'elettricità, onde l'affinità può essere portata al sommo suo grado di energia, se pure l'una cosa e l'altra non abbiano a ridursi ad una sola forza. Oltre di che giova il rammentare essere le parti de' corpi trasportate dalle sue correnti; mentre al contrario allorchè si volle da taluni accordare all'acqua la facoltà di penetrare le rocce ed i minerali; ciò si suppose accadere per una semplice azione meccanica, non diversa da quella per cui questo ed ogn'altro liquido s'introducono ne' pori di una spugna, di uno strato di sabbia e simili. Per il che, senza incorrere in contraddizione veruna, potrà negarsi ciò che, a ben ponderare la cosa, solamente si suppone, nè sa assegnarsene la ragione; ed ammettersi d'altro lato ciò che i fatti manifestano, e di cui può facilmente indicarsi la causa.

146. Rilevantissimo finalmente si troverà il fatto che io sono per riferire, e valevolissimo a far conoscere un reale movimento di parti ne' corpi solidi, trattandosi di una doppia decomposizione operata pel solo contatto di due sostanze di diversa natura. Con che si allude da me a quella osservazione del Planche; il quale, essendogli occorso di vedere un' alterazione di tale natura fra due sostanze al pari solide e difese da ogni umidore, ebbe a conchiudere essere questo un nuovo esempio il quale sta contro quel vecchio assioma: *corpora non agunt nisi soluta*. Osservò egli che un mescolgio di solfato di magnesia e di carbonato di soda saturo, perfettamente scevero d' idroclorato, ambidue polverizzati, perfettamente asciutti e racchiusi in scatole di latta, si era cangiato dopo alquanti mesi in sotto-carbonato di magnesia, in solfato e carbonato di soda, una parte di quest'ultimo sale trovandosi allo stato di sotto-carbonato. Erasi dunque operata fra i sali primitivamente mescolati una azione pari a quella a cui potrebbe dar cagione soltanto il concorso dell'acqua e del calore; non essendo, siccome si sa, bastevole a ciò la prima di tali circostanze se non sia aiutata dall'altra (1).

147. Meriterebbero in fine che qui si menzionassero alcune di quelle osservazioni del Muthuon, note già assai perchè sia forse sufficiente all'uopo il ricordarle soltanto. Che esse in vero costituiscano altrettanti fatti non meno de' precedenti valevoli a convalidare il mio assunto, il comprende ognuno. Dalle cose da essolui riferite questo desumesi principalmente, che per una sorte di secrezione e di escrezione alcune masse esposte all'aria passano ad uno stato di decomposizione nel loro interno, mentre alla loro superficie vengono formandosi de' cristalli, che poi col tempo si perfezionano; che in altre, dapprima amorfe, produconsi delle belle cristallizzazioni simili a quelle che si trovano in seno alle montagne; ovvero che ai cristalli già esistenti aggiungonsene dei nuovi. Talchè non è maraviglia se l'autore stesso fu indotto ad arguire l'esistenza in tali corpi di *un principio di vita che potrebbe chiamarsi minerale* (2).

(1) Jour. de Pharm. t. 12. p. 131. et 2.

(2) Jour. de Pharm. t. 4. p. 425.

Non sarebbe difficile l'accumulare altri e non pochi fatti i quali, al pari de' precedenti, manifestassero pe' mutamenti di varie sorti che ne' corpi vanno effettuandosi, un reale movimento spontaneo nelle loro parti; il che però non ad altro porterebbe che ad allungarmi soverchiamente, senza aggiungere però alla materia alcuna maggiore evidenza; sì che mi parve miglior consiglio limitarmi a poche e convincenti cose, anzi che estendermi in mal temperata erudizione. E tanto più mi parve dovermi attenere ad un tale consiglio, dappoichè ne' precedenti capitoli mi accadde per avventura di dover ragionare d'altri fatti ancora, in cui nel modo il più evidente si ravvisa un movimento molecolare operatosi in corpi solidi senza il concorso dell'acqua o di alcun'altro liquido, e senza una elevazione di temperatura valevole a produrre alcun menomo grado di fusione; siccome sono quelle cose che hanno riguardo all'ossido aurico, il quale col tempo si riduce alla superficie (§. 116); alla colorazione de' vetri da finestre (§. 66); alle alterazioni cui soggiacciono il solfato ed il protossido di mercurio, il bismuto, l'ossido pulce di piombo esposti alla luce (§. suddetto), ed a quelle non meno rilevanti accadute nella statua di Lillebonne ed in altri oggetti composti di diversi metalli (§. 106.).



NOTE AL CAPITOLO X.

(a) In fatti il Navier medesimo in un calcolo sulle leggi del movimento de' fluidi. (*Ann. ch. et phys.*, mars 1822. p. 251.), come egli dice, analogo a quello di cui qui si parla, osserva che questa costante varia ne' diversi fluidi, e nello stesso fluido a norma della temperatura; e che si potrebbe considerare variabile a norma della pressione, se la natura di fluido non escludesse quest' ultima condizione. Ne' corpi solidi i quali, a differenza de' liquidi, sono compressibili, questa costante potrà dunque considerarsi variabile anche a norma della pressione.

Surse poscia, come è noto, questione sulla formola del Navier riferita qui sopra; la quale fu promossa dal Poisson (*Ann. ch. et phys.* t. 37. p. 337., t. 38. p. 304. 435., t. 39. p. 145. 204.). Sieno però qualsivoglia le obiezioni di quest' ultimo, non sono esse, almeno a mio avviso, tali da infirmare le conclusioni che da me si dedussero; un tale disporre versando specialmente sulla convenienza d' esprimere con una integrale la forza che risiede nelle parti della molla e che si oppone alla loro separazione, la quale il Navier esprime pel coefficiente:

(b) Il Bellani, nella sua memoria che si legge nel Poligrafo (fasc. 23. Maggio 1832.), favellando de' fatti da me addotti in prova del moto molecolare de' solidi, dice: « A quelli sarebbe d'aggiungervi quest' altro « che ho ricavato da una nota alla pag. 260. degli Annali di chimica e « fisica t. XLI, cioè del notevole aumento di capacità che acquista un recipiente di ferro fuso, ma in senso diverso di quanto aveva io fatto avvertire succedere nei recipienti di vetro di recente lavorati, come si « scorge dall'innalzamento del liquido nei tubi termometrici per la diminuzione della capacità delle bolle. »

(c) Secondo le sue osservazioni la loro dilatazione lineare per ogni grado Fahr. è di

0,000004825 pel granito,
0,000005668 pel marmo,
0,000009532 pel gres.

Edinb. new. Phyl. Jour. n.° 26. p. 304.

(d) Favellandosi del vetro potrebbe aver qui luogo il ricordare una osservazione del Mostati, da essolui riferita allo Istituto Italiano nella tornata del dì 21. Gennaio 1819., relativa all' essergli occorsi due casi di spontanea devettrificazione avvenuta senza il concorso del calore, ma solo, come ei diceva, per mezzo di alcune forze che sfuggono ai nostri sensi operando continuamente.

(e) Idrato ferrico spesso unito al carbonato ferroso.

(f) *Ann. ch. et phys.*, t. 49, p. 141. A pari etiologia egli si appiglia onde spiegare come in una medaglia di piombo ricoperta con foglia d'oro, il carbonato di piombo siasi formato alla sua superficie. « Questo carbonato, dice egli, si è dunque portato dall'interno all'esterno della medaglia attraversando i piccoli interstizi della foglia d'oro per l'azione della corrente elettrica risultante dal contatto de' due metalli e dalla alterazione del piombo per mezzo dell'acqua, dell'ossigeno e dell'acido carbonico dell'aria (*Ann. ch. et phys.*, t. 54, p. 146).

(g) Questa osservazione fu più volte da me ripetuta con pari risultato calcinando espressamente a tal fine il solfato di ferro in uno di tali crociuoli.

CAPITOLO XI.

Esame dell'azione dell'acqua e dell'atmosfera.

148. **D**opo di essersi da me chiarite quelle forze per le quali io avviso le parti de' corpi solidi essere indotte al moto; dopo di avere assegnato i limiti di questo movimento molecolare, e finalmente riferiti i principali fatti pe' quali esso si rende manifesto; occorre che qui si prendano ad esame quelle cause a cui si vollero in vece da taluni ascrivere alcuni degli effetti predetti: cioè l'infiltrazione, l'azione dell'atmosfera, l'evaporazione; e ciò ad effetto di far conoscere non essere tali cose valevoli a promuovere ne' corpi cotali alterazioni e mutamenti; che perciò debbono provenire da ben diverse condizioni.

E volendosi primieramente ragionare dell'acqua e della sua infiltrazione, innanzi a tutto conviene prendere ad esame se essa valga a penetrare quelle rocce, nelle quali i sostenitori dell'infiltrazione avviano che ora produca quella mollezza già accennata altrove, ora ne cagioni la decomposizione, ora la formazione de' contenuti. Ove si tratti delle rocce quarzose, della calcedonia, delle pietre silicee in generale, delle acque marine, de' smeraldi, no certamente; la compattezza di queste sostanze basterebbe a dissuadercene, e l'esperienza s'aggiunge a provarlo. Avendo il Davy mediante la macchina pneumatica preso ad esaminare alcuni di que' cristalli che racchiudono in sè delle cavità in cui si comprende o l'acqua od altri corpi, ebbe ad accertarsi ch'esse non sono permeabili a questo liquido e nè tampoco all'aria (1). Oltre di che verrà qui in acconcio il ricordare alcune osservazioni del Doebereiner, poscia convalidate da quelle del Don. Magnus (2); il primo de' quali osservava che alcune fenditure del vetro artificiale lasciano pas-

(1) Ann. ch. et phys. t. 21. p. 135.

(2) Ann. ch. et phys. t. 51. p. 166.

sare il gas idrogeno, mentre non danno passaggio nè all'ossigeno, nè all'azoto, nè all'aria atmosferica, e che alcuni fori esilissimi possono dar esito all'aria e non all'alcoole (1). Le quali osservazioni possono dare buon argomento per credere che le masse minerali sieno più facilmente penetrate dalle sostanze gaseose che dai liquidi, anche indipendentemente dai trasporti operati dall'elettricità, e quindi che, se le sostanze mentovate di sopra furono dal Davy trovate impermeabili all'aria, tanto più lo saranno all'acqua. Il che, aggiugnendosi a quanto si disse non ha ancor molto (§. 145.), al tempo stesso esclude e previene l'argomento che forse potrebbe porsi in mezzo, cioè che ammettendosi da me la circolazione in genere nell'interno del globo, debbasi ammettere che l'acqua ancora trascorra liberamente per le masse minerali; mentre all'opposto, sull'appoggio di tali esperimenti, può con fondamento supporre che le masse minerali diano accesso ai principii i più sottili e lo nieghino agli altri. Al quale proposito egli verrebbe per avventura in acconcio il rammentare quell'opinione del Fusinieri; da cui si asserisce essere l'acqua il liquido meno irruente e dotato di minore forza espansiva. E qui, onde servire alla perspicuità delle seguenti mie considerazioni, farò osservare che ove da me si consenta ad ammettere che l'acqua penetri per entro alla massa della terra fino ad una certa profondità, e come in vero ci mostra l'osservazione, io intendo di quella che si fa strada per le fenditure, per gl'interstizi delle rocce, pe' letti di sabbia e d'altre sostanze incoerenti; escludendo all'opposto ch'essa possa filtrare attraverso alla massa delle rocce consolidate. Ed in questo senso debbono intendersi le cose che sono per discorrere.

149. Se appresso a ciò si voglia prendere a considerare l'azione dell'acqua sui minerali, oltre a ciò che in seguito avrò a dire più particolarmente e a dilungo di quest'azione sulle diverse sostanze, avrà qui luogo il riflettere in generale non potersi quest'azione altrimenti argomentare che da quegli effetti che si osservano ne' laboratorii de' chimici, se le leggi universali presiedono del pari ai fenomeni di ogni maniera. Per la qual cosa se l'acqua si mostra quivi inetta a discio-

(1) Ann. ch. et phys. t. 24. p. 352.

gliere l'acido silicico, il carbonato di calce ec., altrettanto dovrà credersi riguardo a' minerali che ne sono composti. In questi, finchè sono nell'interno della terra, saranno maggiori gli effetti per le masse, pel tempo, per la compressione, ma non saranno certamente opposti a quelli che l'arte promuove (a). Il Bergman a coloro i quali asserivano non potere i chimici imitare coll'arte le produzioni naturali, soleva ripetere che ne' laboratorii null'altro si fa che porre i corpi in istato di agire reciprocamente secondo le loro proprietà ed affinità; e che quindi ne' grandi fenomeni della natura, come negli esperimenti dell'arte, il risultamento debb'essere lo stesso, se le leggi de' corpi nell'un caso e nell'altro sono quelle medesime.

150. All'opposto però di tali considerazioni, sembrano taluni ascrivere all'acqua una tale facoltà, che la più tenue proporzione di questo liquido basti ora ad ammolire i minerali i più compatti (b), ora a dare ad una sostanza la facoltà di cristallizzare non meno liberamente che se essa fosse disciolta o almeno sospesa nel liquido stesso; come, per esempio, ne' petrefatti che hanno preso una struttura cristallina; e così, estendendo essi di troppo l'analogia, dal vedere che i corpi disciolti nell'acqua possono prestarsi alla cristallizzazione, argomentano che altrettanto debba accadere ovunque essa si trovi, benchè minima sia la sua proporzione. Per la qual cosa se si ponderi convenientemente l'influenza che da essi si attribuisce alla piccola quantità di acqua che suppongono penetrare nelle masse minerali, sembrano essi fare di questo liquido poco meno che un vero solvente universale, valevole, anche in proporzioni tenuissime, a produrre i più grandi effetti; cosa che di per sè sola basterebbe a rendere manifesta l'erroneità della loro sentenza, e sopra tutto contraria alla dottrina delle masse chimiche. In su di che col Breislak osserverò non essersi da essi tenuto abbastanza conto della differenza che passa fra l'acqua allo stato di unido e quella ancor liquida. Ed in vero egli è ovvio che quando l'acqua si unisce ad un corpo, benchè in essa solubile, le prime sue dosi sono condotte a solidità; nè potrebbero quindi essere cagione di liquidità veruna, nè agire come un dissolvente.

151. Premesse queste considerazioni generali, l'ordine delle cose portando che qui si venga a favellare più particolarmente della infiltrazione; alla quale si volle da alcuni illustri osservatori delle cose naturali specialmente ascrivere i cristalli quarzosi che sovente si comprendono nelle rocce calcarie, la formazione de' selci (1), la calcedonia, i cristalli di calce carbonata, le zeoliti (2) (c), a cui altri similmente attribuiscono il tessuto spatico di cui i resti degli animali e segnatamente le conchiglie si di frequente si vestono; affine di combattere una tale opinione mi varrò principalmente di quelle riflessioni che il Breislak opponeva ad essa. Ricorderò quindi innanzi a tutto notarsi da lui, come or ora si è detto, non potere l'acqua penetrare le masse minerali se non che sotto forma di umido e non di liquido. Oltre di che egli osserva che, quand' anche essa potesse farsi strada attraverso alle masse predette, come suppone il Dolomieu, cioè tenendo in sè semplicemente sospesi alcuni principii, avrebbero a vedersi in quelle le tracce; il che all' opposto non si osserva; che parimente nelle masse medesime, attraversando le quali l'acqua, come altri crede, si è caricata delle parti silicee per portarle altrove e dare origine ai contenuti, si vedrebbero delle erosioni; il che non è meno contrario all'osservazione; che in forza della minore solubilità delle parti silicee, nelle cavità, ove si osservano i cristalli di spato calcario e di quarzo sovrapposti gli uni agli altri, i primi dovrebbero essere generati sui secondi, mentre nel marmo di Carrara la cosa va al contrario. A queste e simili considerazioni, bastevoli già ad escludere l'infiltrazione dell'acqua dalle cause della formazione di tanti contenuti, le quali possono vedersi esposte in tutta la loro estensione nelle *Istituzioni geologiche* dell'autore predetto (3), porta il pregio che altre si aggiungano desunte da' suoi viaggi nella Campania (4). Ne' quali favellando intorno ad alcuni contenuti che sono sì frequenti tra i prodotti vulcanici, e dopo di aver egli fatto riflettere che non saprebbe trovare una forza per

(1) D' Aubuisson, *Traité de Geogn.* t. 1. p. 156.

(2) L. c. t. 2. p. 566.

(3) §§. 348. 432. 439. e s. 433. 671. e s.

(4) T. 1. p. 155. trad. fr.

cui l'acqua fosse valevole a tenere simultaneamente in soluzione la silice, la magnesia ed il ferro, che per mo' d'esempio si trovano nel peridot; rivolgendosi ivi pure alla supposizione del Dolomieu sulla non necessità della dissoluzione, fa saggiamente conoscere che ammettendo un tale principio, le sostanze che si trovano semplicemente sospese, pe' loro vari gradi di affinità e per la loro diversa gravità specifica, dovrebbero separarsi le une dopo le altre, e non riunirsi in cristalli. Ed in fine, con quel candore di animo che rese lui vieppiù rispettabile presso coloro che ebbero in sorte il conoscerlo da vicino, ingenuamente egli dice che, dopo di avere per molto tempo seguito la dottrina dell'infiltrazione, egli fu astretto ad abbandonarla.

152. E veramente, giusta il dire di questo illustre geologo, declina dal retto ragionare chiunque, ad effetto di rendere ragione di taluni fatti che ci presentano le masse minerali pei loro contenuti, si rivolge all'acqua, ascrivendo ad essa una azione dissolvente al di là di quanto l'esperienza ne fa conoscere, supponendola talora abile a disciogliere quelle sostanze che d'altronde si conoscono per insolubili; tal'altra acconcia a produrre delle decomposizioni; e ricca or di una o di altra sostanza, penetrare le masse minerali, dando origine ai contenuti di ogni maniera. Intorno a che può osservarsi non meno che se nella elettricità, qualunque sia la dottrina che piaccia seguire intorno ad essa, conviene che si riconosca la facoltà di operare il trasporto de' principii ed un'azione decomponente, a cui niuna sostanza potrebbe resistere (*d*), più conforme alle regole di una sana filosofia sarà il rivolgersi a questo poderosissimo agente della natura, anzi che all'acqua, immaginando intorno ad essa supposizioni non sostenute dall'osservazione. E così volendo ora considerare la cosa più particolarmente, dirò essere del pari contrario alla ragione ed alla esperienza il supporre che l'acqua carica di questo o quel principio, per esempio di carbonato di calce o di silice, possa passare attraverso a grossissimi strati per penetrare assai profondamente nel seno della terra e depositare ivi i principii che ora si dispongono in cristalli, ora si conformano in petrefatti, sostituendosi ad altri che si eliminano. Ad escludere la quale opinione, se pure occorra a tal fine produrre in mezzo alcun argomento, basterebbe il rammentare quelle pietre filtranti, di

che si fa uso nella domestica economia per depurare l'acqua; non tanto per la facoltà ch'esse hanno di sceverare questa da' corpi in essa non perfettamente disciolti, quanto perchè, dopo di avere cotali pietre servito per qualche tempo a questo effetto, i loro pori si trovano ostrutti e non lasciano più che l'acqua trapeli. La qual cosa basta a convincere che, quand' anche si ammettesse nelle rocce la facoltà di concedere in principio all'acqua l'accesso nelle loro masse, esse si renderebbero in breve al tutto impermeabili. Chè anzi merita di essere notato destinarsi all'uso predetto o un gres poroso o talvolta una calcaria grossolana (*liais, fr.*) di un tessuto parimente meno che compatto; chè niun' altra pietra servirebbe a questo.

153. Nè meno convincenti sono le considerazioni che possono aggiungersi a quelle del Breislak intorno alla facoltà dissolvente dell'acqua, facendo vedere l'insussistenza di quegli argomenti che, affine di provare quest'azione dissolvente, spesso vengono addotti. Veggiamo, è vero, il carbonato di calce, l'acido silicico ec. esistere in istato di soluzione in alcune acque minerali. Ciò non presta però ragione bastevole ad argomentare la loro assoluta solubilità nell'acqua che filtra pe' letti di sabbia e simili esistenti alla superficie della terra, e che alimenta le diverse sorgenti. Ed un tale giudizio sarebbe al certo mal ponderato, talchè l'esame delle acque istesse basterebbe a trarre altrui d'inganno, siccome si dirà in appresso ove mi farò a investigare la natura di alcune acque. Per il che quanto al carbonato calcario mi restringerò qui a dire trovarsi esso nelle acque ricche di acido carbonico (e); il quale ne promuove la soluzione riducendolo allo stato di bi-carbonato. Oltre di che, quantunque esso si veggia indicato ne' risultamenti analitici, non perciò si ha a credere ch'esso esistesse bello e formato nelle acque medesime finchè esse scorrevano per le vene de' monti, questo sale provenendo in vece sovente dalla doppia decomposizione di due sali solubili: un carbonato ed un sale calcario, ordinariamente esistenti in due diverse acque che si uniscono presso alla loro scaturigine; in su di che mi riporto alle osservazioni del Dombasle (1).

(1) Ess. sur l'anal. des eaux nat. p. 72.

154. E se tutto quanto si è avvertito di sopra intorno al carbonato di calce vale ad escludere l'opinione che l'acqua da sè sola abbia potuto discioglierlo, togliendolo alle rocce che si suppongono esserne attraversate per poi formarne o de' petrefatti o de' contenuti qualunque, ciò sarà bastevole del pari a far conoscere ch'essa non valse ad operare l'eliminazione dei principii delle conchiglie che, al crederc d'alcuni, cedettero il posto agli altri che di mano in mano li supplivano e si conformavano a foggia di spato. E questo pure conviene ai cristalli pseudomorfi ed epigenii quanto alla sottrazione di parte o di tutti i loro componenti. Che all'opposto tutto ciò si spieghi in modo e semplice e chiaro e consentaneo all'osservazione rivolgendosi ai trasporti operati dall'elettricità, sembra a me del tutto manifesto; intorno a che mi riserbo favellare ove si tratterà della circolazione.

155. In opposizione a tutto quanto si è fin qui detto e della insolubilità del carbonato di calce, e contro a quella supposizione perchè si tiene ch'essa possa penetrare nell'interno delle masse minerali, potrebbe in vero taluno farsi a credere che, esclusa ancora la solubilità del carbonato calcario e delle altre sostanze qui sopra discorse, ed esclusa perciò l'azione dell'acqua in su di esse, le doppie decomposizioni, che senza dubbio hanno effetto in seno delle rocce, valessero all'uopo; traendone argomento dalle osservazioni del Becquerel (1). In vero esse ci rendono ragione del modo col quale alcune rocce calcarie possono cedere all'azione di altre sostanze, e come alcuni composti insolubili possano cristallizzarsi mercè di quelle forze che agiscono lentamente e senza interruzione; lo che in fine si può ridurre a' miei principii. Se però si considerino come si debbe queste sue osservazioni, si vedrà che i sali da essolui presi ad esame si depositano tosto ne' punti stessi in cui le doppie decomposizioni hanno effetto, ed alla superficie de' corpi, anzi che penetrare per entro alle masse, come si suppone da que' fisici che tanto attribuiscono all'infiltrazione. Ed egli è anzi da osservarsi negli esperimenti da lui riferiti che, se quest'azione procedente dalla doppia decomposizione poté penetrare fino nell'interno trattandosi di creta, di calcaria grossolana,

(1) Ann. ch. et phys. t. 55. p. 97.

di marna calcaria o in fine di calcaria porosa, operando sui cristalli di spato d'Islanda o sullo spato calcario compatto, essa ebbe a limitarsi alla superficie. Crede egli, è vero, che probabilmente per un tempo considerevole l'azione si sarebbe estesa anche nell'interno; ma ciò è quanto spetta all'osservazione a porre in chiaro. E comunque ciò sia, qualunque opinione abbia in seguito a stabilirsi in su di ciò, egli si vede da' suoi sperimenti che, ove l'azione predetta penetrava nelle masse, di questo vedevasi nelle masse istesse le vestigia; lo che, come ebbi già occasione di far conoscere, non si vede nelle rocce che alcuni fisici credono aver sofferta l'influenza dell'infiltrazione, sia per eliminarne de' principii, sia per aggiungerne de' nuovi. E ripeterò qui quanto dissi qui sopra; che le osservazioni di lui riguardano soltanto quanto ha rispetto al modo perchè alcuni principii possono essere disciolti, non al loro trasporto nell'interno delle masse minerali.

156. Più speciali considerazioni richiede l'acido silicico; imperciocchè essendosi in questi ultimi tempi riconosciuta in alcune sostanze la facoltà di operarne la soluzione, parve a taluni esser questo bastante a rendere ragione della sua esistenza in alcune acque e della formazione di alcuni contenuti quarzosi. E veramente oltre la potassa e la soda, che spesso accompagnano quest'acido, nelle acque minerali, altri corpi ancora valgono a promuovere la sua soluzione; e l'acqua stessa può di per sè discioglierlo in taluni casi. Merita però che intorno a ciò si considerino quelle circostanze che si rendono necessarie perchè questo possa effettuarsi, e quelle non meno che pongono a nudo questa sostanza. Gioverà a tal fine riferire quanto si dice dal Berzelius, uno di quelli appunto che, non solo la presenza della silice od acido silicico nelle acque, ma eziandio i cristalli di quarzo, le agate ec. ascrivono all'azione dissolvente di questo liquido. « L'acido silicico, dice egli, è atto a sciogliersi « nell'acqua e negli acidi; ma a tale effetto si rende necessario « la riunione di molte circostanze. Allorchè quest'acido sia « stato dissecato ed arroventato, esso è insolubile nell'acqua; « senza di ciò esso è sempre disposto a sciogliersi in piccole « quantità. La sua solubilità varia però anche in relazione alle « diverse circostanze. Ha di già fatto precedentemente osservare « che il solfido silicico si scioglie completamente nell'acqua e

« che in tal guisa può ottenersi una soluzione talmente ricca,
 « ch'essa diviene gelatinosa anche per una leggiera evapora-
 « zione. Parimente una grande quantità di silice si scioglie nel-
 « l'acqua allorchè per suo mezzo si decompongono il clorido
 « silicico ed il fluorido. L'acido silicico ottenuto in tal modo
 « si scioglie continuamente allorchè si tenta lavarlo coll'acqua
 « pura. Quello preparato col metodo precedente è interamente
 « solubile, anche dopo di essere stato arroventato, nelle solu-
 « zioni de' carbonati potassico e sodico facendoli bullire insie-
 « me. Se la soluzione sia concentrata, pel raffreddamento essa
 « si rapprende in gelatina. Allorchè la si allunga con acqua
 « bollente, l'acido silicico continua a rimanere disciolto, anche
 « dopo di essere fredda, e soltanto dopo un qualche tempo
 « essa lascia che una piccola porzione si deponga, se il carbo-
 « nato alcalino ne era saturo. In questa operazione non si ma-
 « nifesta alcuno svolgimento d'acido carbonico. Questo modo
 « di condursi dell'acido silicico rimase sconosciuto fino a questi
 « ultimi tempi, malgrado che nelle analisi minerali esso sia
 « stato cimentato in tanti e vari modi. Esso fu scoperto dal
 « Pfaff; il quale a prima giunta prese la silice per una terra
 « particolare. La natura sembra porre in uso questo mezzo
 « di soluzione, almeno per disciogliere le grandi quantità di
 « acido silicico che si contiene nelle acque termali alcaline,
 « Nelle acque non alcaline quest'acido sembra essere disciolto
 « nell'acqua sola; imperocchè le acque di tutte le nostre
 « sorgenti ne contengono, e assai di sovente esso è il princi-
 « pio il più abbondante fra le sostanze estranee che vi si tro-
 « vano....; finalmente noi abbiamo forti ragioni per le quali
 « conghietturare che la maggior parte del cristallo di rocca
 « (acido silicico cristallizzato) e tutte le agate e calcedonie si
 « sieno depositate da una soluzione acquosa (1). » Le quali
 cose, al tempo stesso che portano a riconoscere molti solventi
 della silice, non lasciano però di dar luogo ad alcune consi-
 derazioni che, a mio credere, possono mostrare alquanto ac-
 schiata la conghiettura ch'egli vuol trarne. Debbesi distinguere
 io dico, primo, l'atto di soluzione della silice dalla sua facoltà
 di rimanere disciolta; secondo, la silice disciolta nelle acque

(1) *Traité de ch.* t. 2. p. 108.

dai cristalli di quest'acido che si vogliono supporre provenienti da una analoga soluzione. Per la qual cosa conviene separatamente considerare quelle cose che possono portarci a riconoscere nella silice la facoltà di essere in alcuni casi tenuta in soluzione; e ciò in relazione ancora a quella facoltà che alcuni vogliono ascrivere all'acqua di togliere la silice alle rocce ch'essi suppongono essere penetrate ed attraversate da essa; lo che si vedrà non potersi in verun modo acconsentire; la quale supposta solubilità della silice si vedrà non portare altrimenti a concludere che essa possa rimanere disciolta in modo da essere liberamente trasportata dalle acque o da qualunque altro liquido che possa operarne la soluzione; ciò che parimente merita di essere preso ad esame. Similmente rispetto all'acido silicico conviene distinguere ciò che si riferisce all'acque, in che l'analisi mostra l'esistenza di quest'acido, da quanto ha rispetto alla formazione di alcuni contenuti, di alcuni petrefatti silicei; donde vedremo conseguire essersi erroneamente concluso dall'esistenza di quest'acido in alcune acque, che quelle che si suppongono da alcuni circolare per le masse minerali, sieno state vevoli a trasportare quest'acido per entro alle masse istesse, dando origine così a' contenuti silicei, alle stalattiti parimente silicee ec. Le quali cose, come si vedrà, convengono in gran parte almeno, eziandio al carbonato di calce; e forse in generale a quelle sostanze insolubili che da alcuni geologi si credono del pari trasportate dalle acque filtranti onde rendere ragione della genesi di alcuni contenuti, di alcuni cristalli pseudomorfi ec. Ciò premesso, rispetto alla facoltà che ha l'acqua di sciogliere in taluni casi la silice, dirò dunque come, rian dando le cose dette dal ch. Berzelius, si veda che, tranne ciò che si riferisce alle soluzioni alcaline, l'acido silicico non si scioglie che allo stato nascente; conciossiachè l'acqua lo scioglie al tempo stesso che, decomponendo il solfido, clorido e fluorido, e decomponendosi in parte essa pure, dà cagione alla formazione dell'acido predetto. D'altronde non si sono fin qui trovati in natura nè il fluorido, nè il clorido, nè il solfido silicico (f). Mancano dunque in seno delle masse minerali quelle condizioni che si richiedono, giusta le cose premesse, perchè esso possa disciogliersi nell'acqua. Quanto alle soluzioni alcaline potrebbe dirsi che, quand'anche si abbia ad ammettere

nelle masse medesime dell'acqua filtrante e ricca di potassa e di soda, sì che essa possa agire sull'acido predetto, occorre che l'azione del calore intervenga; se pure non voglia credersi, e forse con qualche fondamento che il tempo, la compressione, e più che questa il calor centrale (quando si tratti di epoche lontanissime, ovvero si voglia alludere a quell'opinione che al calore centrale attribuisce la temperatura delle acque termali), e talvolta l'azione de' vulcani possa supplirvi. Se mancano perciò tali condizioni, mancherà dunque anche l'effetto, e le acque filtranti non potranno di per sè disciogliere la silice, benchè si suppongano attraversare delle masse ricche di quest'acido, nè alcuna applicazione potrà farsi dei nuovi trovati della chimica menzionati di sopra ai fenomeni geologici. Mi si obietterà forse, il comprendo, come a queste considerazioni sieno i fatti in opposizione; perocchè, se le acque minerali contengono della silice, convien dire ch'essa siasi trovata in condizione tale da esserne disciolta. Ma egli è qui per lo appunto in che la mia opinione principalmente diverge dall'altra. Avranno le acque che vanno ad alimentare le varie sorgenti potuto caricarsi d'acido silicico incontrato per via, non perchè essa valga a separarlo dalle sue combinazioni decomponendo i minerali silicei, od a scioglierlo ove si trovi allo stato d'isolamento od anche ridotto in tenuissime particelle, ma però consolidato; chè, come si è detto, l'acqua non vale a questo, nè alcuna osservazione lo fa supporre; ma bensì essa se ne caricherà ove lo trovi ridotto allo stato nascente mercè le continue decomposizioni che l'elettricità promuove nel seno de' minerali di ogni specie; lo che ci esimerebbe dal dover supporre l'esistenza di quelle condizioni discorse dal Berzelius. Può, io dico, suporsi l'acido silicico posto a nudo e ridotto allo stato nascente dall'azione decomponente dell'elettricità, senza che sia mestieri ricorrere al solfido, clorido, fluorido silicico. Ed anche un'altra causa può concorrere all'effetto, forse non meno frequente dell'altra. E questa consiste nell'acido carbonico che circola nell'interno di molti terreni e che si trova nelle acque medesime; il quale si sa essere sufficiente a disciogliere l'acido silicico. A tale proprietà dell'acido carbonico, anzi che all'azione

dell'acqua, altri pure stimò doversi ascrivere un tale effetto (1). Se nell'elettricità dunque può rinvenirsi una causa che ponga la silice allo stato nascente, decomponendo i corpi che la contengono, e quindi la renda atta ad esser disciolta, e ciò conformemente a quanto mostrano le osservazioni de' chimici; se nell'acido carbonico può del pari riconoscersi un dissolvente dell'acido silicico, uniformandosi anche in ciò ai trovati della scienza; perchè all'opposto far ricorso all'acqua, senz'essere a ciò guidati nè dalla osservazione nè dalla teoria?

Se mi valse delle cose asserite dal Berzelius onde mostrare, con quella ingenuità eh'essere ci dee di norma in ogni ricerca del vero, tutti que' casi in cui la silice si rende solubile nell'acqua, non lascerò d'altronde d'avvertire che questo chimico istesso, parlando della silice e d'altri corpi che si rinvencono nelle acque minerali, non può a meno di confessare che fino ad ora ignorasi come l'acqua se ne impossessi (2).

Ho taciuto dell'acido idrofluorico parlando de' corpi che possono scioglierla la silice o promuoverne la soluzione nell'acqua, poichè oltre le cose avvertite di sopra, non trovandosi esso giammai in natura, niun argomento potrebbe trarsi da esso. Richiamandoci quindi al pensiero la distinzione qui sopra discorsa, dirò, conformemente appunto a quest'ultima considerazione del Berzelius, come veramente quanto si è detto fin qui provi che in alcuni casi può l'acido silicico venire disciolto; ma che conviene oltre di ciò prendere a considerare se questo basti perchè si possa dedurre da ciò che l'acqua valga a toglierlo alle rocce, a contatto delle quali si vuol supporre che essa scorra; lo che, come vedremo, non può ammettersi in modo veruno; per farci poi strada ad esaminare se, supposta anche la soluzione della silice, possa essa essere così trasportata attraverso alle masse minerali; di che si parlerà in appresso.

157. Innanzi però di procedere in tali ricerche si vuole qui far parola di un'opinione in questi ultimi anni espressa

(1) *Ann. des min.* t. 1. p. 126.

(2) *Trait. de Chim.* t. 1. p. 445.

intorno alla solubilità dell'acido silicico. Si ammette da alcuni chimici in quest'acido la facoltà di assumere due modificazioni isomeriche; in una delle quali esso possiede la proprietà di essere insolubile per via umida, e così i suoi composti sono ordinariamente insolubili anche negli acidi i più forti. Ridotto però alla seconda delle predette modificazioni, esso è al contrario solubile negli acidi ed anche in considerabile quantità nell'acqua. Ed egli si tiene che alcuni acidi (solforico, idroclorico, carbonico) combinati agli alcali valgano a ridurre la silice alla seconda modificazione; lo che si crede venir convalidato da ciò che ove si faccia bollire la silice finamente polverizzata col carbonato di soda o di potassa, essa si scioglie. Quindi con tali principii si rende ragione della frequenza della silice nelle acque minerali, in cui del pari si rinvencono gli alcali predetti; credendo questo una conseguenza di ciò, che le acque possono agire sulle rocce in contatto delle quali esse scorrono. (1). Ora egli si vede che, ammessa ancora una tale sentenza, ammesso che l'acido silicico, ridotto alla seconda delle predette condizioni, possa sciogliersi nell'acqua, non perciò si tolgono quelle difficoltà da me accennate di sopra, e sulla difficoltà che trova l'acqua a penetrare le rocce, e sulla proprietà che ha l'acido silicico di prendere la forma gelatinosa, e sul non trovarsi alcuna traccia di silice nella massa delle rocce che contengono de' petrefatti silicei o delle geodi di agata, di calcedonia, de' cristalli di quarzo e simili, o finalmente in quelle lave, spilliti, i vacui di cui sono occupati da' corpi silicei. In fine dirò che anche a ciò si addice quella mia distinzione cui niuno che io sappia fin qui pose mente ragionando de' contenuti silicei fra l'atto di soluzione della silice e la sua facoltà di rimanere disciolta.

158. Alcune considerazioni sulla natura delle acque, sia di quelle che hanno la loro scaturigine alla superficie del suolo, sia delle altre che circolano nell'interno della terra, unendosi alle cose predette, serviranno a un tempo, come fu da me accennato di sopra, a fare viemmeglio conoscere la non convenienza di quelle conclusioni che alcuni trassero dall'esistenza in molte acque minerali dell'acido silicico, del

(1) Edinb. new Phil. Jour. n.º 43. p. 106.

carbonato di calce e d'altre sostanze insolubili; potendosi così aggiungere l'osservazione alle ragioni suggerite dalla teoria.

Se l'acqua fosse veramente dotata della facoltà dissolvete che le si vuole attribuire, e quindi sufficiente a caricarsi de' principii de' sedimenti che attraversa e delle rocce in contatto delle quali si trova nell'interno delle montagne, di qualunque natura esse sieno, essa dovrebbe esercitarla ovunque, sempre, in seno alle masse minerali, alla superficie della terra, e sulle pietre e sulle sabbie che formano il letto de' fiumi. E poichè poste a riscontro le acque considerate nelle predette condizioni e la natura de' corpi co' quali esse vennero a contatto, l'una cosa non mostra veruna corrispondenza con l'altra, è forza convincersi questa supposta azione dissolvete dell'acqua non essere validata dai fatti. A chiarire la qual cosa, a mio credere, basterebbe per avventura soltanto il por mente al picciolo numero di quelle acque, che, per la copia de' principii che in sè racchiudono, ebbero il nome di minerali, ed a quello anche assai più ristretto delle acque che per la loro analisi presentano l'acido silicico, mentre presso che infinito è il numero delle altre che appena contegono alcune millesime parti di materie estranee, sì che v'ha di quelle che si allontanano di poco dalla purezza dell'acqua stillata, come, per esempio, si assicura di alcune sorgenti dell'Alvernia (1); mentre, siccome ognuno comprende, ammessa la predetta supposizione, la cosa dovrebbe essere all'opposto, e le acque ricche di silice e di carbonato calcario, anzi che essere limitate e ristrette a poco numero, eguaglierebbero forse il novero delle sorgenti tutte; l'opposto sarebbe delle potabili. La scienza però ne soccorre di fatti più diretti, che forse avranno presso ad alcuni un maggior valore, e che perciò porta il pregio che si accennino quantunque in iscorcio. Che le acque de' fiumi, benchè scorrano esse sopra letti di sabbia (g) o di ghiaja formata dai frammenti di rocce di varie maniere, sieno abbastanza pure, il sa ciascuno. Fra le più pure sono quelle che scorrono in contatto delle rocce silicee (2). E venendo a cose anche più particolari, potrà fa-

(1) Dict. abr. des Sc. med. t. 6. p. 206.

(2) Chevreul, Dict. Sc. nat. t. 14. p. 77, D'Aubuisson Tr. de Geogn. t. 1. p. 55.

cilmente mostrarsi molte acque nella loro composizione non corrispondere alle rocce, ai terreni da' quali spicciano; di che si veggono non pochi e convincenti esempi nella tavola che forma parte dell'articolo *Eaux (Min. et Geol.)* del *Dictionnaire des Sciences naturelles* compilato dal Brongniart. Intorno alle quali osservando il Brongniart medesimo che « le « sostanze disciolte nelle acque minerali d'ordinario non mostrano alcuna relazione colle sostanze acide o saline od « anche terrose che costituiscono le rocce ch'esse attraversa- « no, » mi prevarrò di quanto avverte egli stesso, anzi che prendere ad istituire alcun confronto riguardo a talune delle acque da essolui menzionate in particolare. E ciò si verifica non meno in quelle acque che circolano nelle parti interne della terra; ciò che convincono le analisi fatte dal Fox delle acque delle miniere di Dolcoath e di quella chiamata *United-mines* (1). Nella prima di queste, avvegnachè il rame si trovi in uno scisto argilloso e nel granito, l'acqua non conteneva che della calce, dell'acido solforico e degli ossidi di ferro, tenuti verisimilmente in soluzione dall'acido predetto. Nella seconda miniera, la quale si trova in uno scisto con grossi massi di porfido, le acque non presentavano che muriato di calce (cloruro di calcio). E finalmente nelle due miniere di Treskerby e di Ting-tang; le quali sono la prima nel granito e la seconda nella fillade (2), l'acqua della prima non racchiudeva che solfato di ferro ed acido muriatico (idrocilorico); quella della seconda una piccola quantità di muriato di calce (cloruro di calcio). L'acqua dunque, tanto quella delle sorgenti, quanto l'altra che penetra per entro agli strati profondi, non si carica che di quelle sostanze che la chimica ne addita come solubili; imperocchè se fosse altrimenti, la composizione delle acque tutte, o per meglio dire la qualità delle sostanze da esse tenute in soluzione, sarebbe costantemente determinata dalla natura delle masse minerali, o che esse attraversano, o su di cui scorrono. La silice, l'allumina, componenti dello scisto, del granito, del porfido, apparirebbero nelle acque delle miniere testè menzionate, non che in quelle che appartengono

(1) Ann. of Phil. Dec. 1823. p. 445.

(2) L'Institut., 6. ann. n. 223. suppl. p. 39.

ai terreni primitivi, granitici, ec.; il carbonato di calce in quelle de' terreni calcarei, ciò che è contraddetto dal fatto. Il perchè se talvolta essa mostra di agire su di alcune sostanze insolubili, convien credere che ciò avvenga pel concorso di alcune particolari circostanze. E se io opino essere tali circostanze procurate dall' elettricità, dalla presenza di alcuni gas, le analogie meglio fondate sostengono certamente questo mio pensiero; ciò che al certo non può dirsi di quella supposizione perchè si ascrive all' acqua poco meno che una facoltà dissolvante universale.

159. Egli è facile a vedersi che molte delle premesse cose, quantunque siensi presi particolarmente ad esame il carbonato di calce e l'acido silicico, convengono all'infiltrazione in generale; e quindi si riferiscono non solo ai petrefatti calcarei e silicei, ma a tutti gli altri pur anche di diversa natura; come sono, a cagione di esempio, l'*Holzstein*, l'*Holz-opal* e quelli che constano di carbonato di ferro (1); non ai soli contenuti quarzosi e calcarei, ma ad altri ancora, ed eziandio ai cristalli pseudomorfi ed epigenii. E lo stesso si dica de' cristalli di solfato di barite e di carbonato di calce che occupano le fenditure dei *Ludus Helmontii* e di quelle sferoidi di ferro argilloso di Aberlady in Scozia. Intorno alle quali sferoidi dirò aggiungersi altra circostanza, già avvertita dal Breislak medesimo, la quale similmente ci porta ad un pari giudizio intorno alla genesi de' loro cristalli; e questa consiste nel vedersi le fenditure che sono occupate dai cristalli medesimi non giungere il più delle volte fino alla periferia delle sferoidi stesse; sì che si vede nulla essersi introdotto dal di fuori (2).

160. Se dalla considerazione dell' azione dell' acqua sull'acido silicico si passi ad altra che si riferisce a quest'acido medesimo che si suppone essersi dalle acque filtranti depositato in seno delle rocce per dare origine alla formazione de' cristalli di quarzo, alle geodi, alle agate, ai petrefatti; innanzi a tutto avrà luogo il dire non essere a credersi che acque cariche di questa sostanza, e molto più se essa, in luogo di essere allo stato di soluzione chimica, conformemente a ciò che dianzi si

(1) Bull. Univ. Sc. nat. Oct. 1830. p. 43.

(2) Introd. alla Geol. t. 1. p. 14.

disse favellando del carbonato di calce, vi si trovi semplicemente sospesa, abbiano potuto attraversare, non de' letti di materie incoerenti, come quelle che concorrono alla produzione delle sorgenti, ma bensì strati di rocce talvolta compatte, quali sono, per esempio, quelle di calcaria. Si sa in fatti quanto facilmente le soluzioni di quest'acido si rapprendano sotto forma gelatinosa, talchè si arresta esso sul filtro. Se dunque tali soluzioni potessero farsi strada fino agli strati talvolta molto profondi, è a credersi ch'essi lascerebbero delle vestigia del loro passaggio; ciò che l'osservazione costantemente contradice, come si disse aver rilevato il Brcislak. Ed altri pure lo rilevarono. Come mai, osserva il Patrin, ha potuto accadere che un fluido quarzoso, in tanta copia da potere ostruire tutti i pori di alcune lave, non abbia portato alcuna alterazione sulla massa intera delle lave medesime? Chè anzi si vede anche le pareti di que' vuoti riempiti dalla calcedonia non aver sofferto il menomo cambiamento (1). E non diversamente da' precedenti il Morren nella sua *Nota sulla formazione de' pseudomorfi e de' selci cornei*, quantunque egli ammetta la soluzione della silice, conchiude: « Enfin l'infiltration siliceuse ne peut être admise « non plus pour expliquer l'origine des silex: nulle part cette « infiltration n'a laissé des traces; quand il y en a, ce sont « des orgues géologiques qui emportent calcaire et sable, et silex, « et cailloux, et, en un mot, toutes les matières superposées (2) ». L'acido silicico adunque, supposta anche l'infiltrazione della sua soluzione, avrebbe dovuto al più impregnare della propria sostanza le rocce, anzi che portarsi a preferenza sui corpi organici onde petrificarli, o restringersi a certi punti delle masse minerali, ed ivi formare de' cristalli isolati.

161. Se per le cose predette si vede che, ammesso ancora che nell'interno delle masse minerali l'acido silicico, sia per l'esistenza del clorido e solfido silicico, sia per l'influenza dell'acido carbonico, sia in seguito delle correnti elettriche, o per qualunque altra cagione, possa trovarsi in condizione tale da cedere all'azione dissolvante dell'acqua, questo non basta a fare ch'esso possa essere trasportato nell'interno delle masse predette; altre

(1) Hist. nat. des min. t. 2. p. 173.

(2) Bull. Un. Sc. nat. juin 1830. p. 388.

considerazioni, riassumendo in qualche modo le cose precedentemente discorse, occorrono non meno; e questo ad effetto di far conoscere quali conclusioni veramente sia permesso desumere dalla presenza della silice in alcune sorgenti. Volendosi, io dico, dai sostenitori dell'infiltrazione validare questa loro sentenza desumendone una prova dalla presenza della silice nelle acque di molte sorgenti, sarà pregio dell'opera il chiarire un tale argomento, mostrando quali cause possano accagionarsi di ciò; lo che si vedrà non convenire poi alle acque che si suppongono circolare per le masse minerali. E questo varrà, io credo, a togliere una prevenzione che è nella mente di molti. Trovasi in vero indicato l'acido silicico nelle analisi di molte acque. Affine però di considerare convenientemente quanto ad esse si riferisce, e metterci in sulla via di vedere quali conclusioni possano trarsi da ciò, conviene distinguere le acque in cui si contiene un tale principio in acque minerali fredde, in acque termali, in sorgenti vulcaniche. Rispetto alle prime si vede che l'acido silicico è sempre accompagnato da varie sostanze saline, e d'ordinario dalla soda e la potassa; si ch'egli è a credersi che la composizione di tali acque sia il risultato di varie azioni chimiche che vanno operandosi in seno della terra: per lo che non è maraviglia se queste abbiano dato cagione all'isolamento dell'acido silicico; ed a ciò, alla presenza di quest'acido forse, in alcuni casi almeno, diede cagione l'acido carbonico, dal quale, al credere del Berzelius, come si avvertiva di sopra, niuna sorgente va scevera affatto. Le considerazioni stesse convengono alle acque termali; aggiungendosi però intorno ad esse che, sia che la loro temperatura proceda dal calore centrale o sia dalle azioni vulcaniche (§. 156.), questo certo può, non solo facilitare la soluzione della silice, ma ancora dar cagione alla sua riduzione allo stato nascente, ovvero in fine costituire la principale condizione che si richiede alla formazione del solfido e clorido silicico. Che questa circostanza possa considerarsi in tutta la sua possanza nelle sorgenti vulcaniche, come sono quelle d'Islanda, è ciò che è facile a comprendersi, e lo sarà maggiormente ancora per le cose che in seguito avrò a dire intorno alla cagione e natura de' vulcani. Queste condizioni stesse però che ci prestano il modo di rendere ragione della presenza dell'acido silicico in alcune acque,

o per meglio dire la considerazione di queste condizioni. ci farà comprendere mancare esse ove si tratti de' contenuti silicei e della loro genesi, quand'anche si voglia ammettere che l'acqua penetri le masse minerali. Manca il calore che possa dare motivo a quelle condizioni, perchè la silice può sciogliersi nelle acque terzali. L'acqua al più, come si vide già, dovrebbe trovarsi allo stato di umido e quindi inetta a disciogliere la silice supposta solubile. Oltre di che essa dovrebbe sceverarsi ben presto di questa sostanza depositandola nelle parti più superficiali, i cui pori verrebbero in breve ad ostruirsi a segno da rendersi affatto impermeabili, come si vede ne' gres che servono alla filtrazione delle acque; intorno a che si è detto già quanto occorre. Da tutto ciò si vede adunque della presenza della silice in alcune acque essersi quasi che all'impensata fatto fondamento a quella opinione, perchè si crede che l'acqua possa trascinare l'acido silicico per entro alle masse minerali per dare origine ai petrefatti, ai selci ed altri contenuti. E qui dirò che molte di queste considerazioni convengono del pari al carbonato di calce e ad ogni altra sostanza insolubile che talvolta si trovi nelle acque delle sorgenti, e che perciò si sono credute capaci di farsi strada per entro alle rocce.

162. Alcune osservazioni pubblicate pochi anni sono consideraronsi tali da prestare un nuovo argomento a favore di quella opinione di cui mi sono fin qui studiato di mostrare l'erroneità (1); per lo che di tali osservazioni merita che qui si faccia alcun cenno affine di esaminare le conseguenze che da esse vollero desumersi, e se perciò alcuna ragione insorga a contraddire i miei principii. In occasione delle sue ricerche sui marmi di Carrara, osservò il Repetti la silice combinata ad un quinto di calce ed a pochi atomi di ferro, sotto forma gelatinosa, trasparente e viscosa. Di più egli aveva già altra volta reso conto (2) di una sostanza trovata in una geode « trasparente e rappresen-
« tante i caratteri di un grandioso cristallo, il quale staccato
« dalla matrice ritrovossi una sostanza elastica e pastosa suscet-
« tibile nel momento d'ogni sorta d'impronte, ma che ben
« presto divenne solida, opaca e simile ad una calcedonia (h) ».

(1) Dict. Sc. Natur. t. 49. p. 184.; Bull. Univ. Sc. Nat., mai 1828. p. 53.

(2) Sopra l'Alpe Apuana ed i marmi di Carrara, Cenni etc. 1820. p. 122.

Ora io dico che intorno a ciò basterà il riflettere che nella prima di tali osservazioni sue si ha forse una prova della esistenza della silice disciolta nell'acqua; ma che questo in niun modo ci fa conoscere in qual modo una tale soluzione siasi operata; per il che nulla si aggiunge a contraddire quanto da me si crede; cioè che l'acqua, nel modo di sopra indicato, siasene caricata essendosi incontrata coll'acido silicico allo stato nascente, e probabilmente nella cavità istessa in cui fu da esso lui osservata la sostanza predetta gelatinosa. Nulla occorre che si dica del cristallo di quarzo molle, imperciocchè esso non vale in alcun modo più del fatto precedente a provare la solubilità della silice, non altro vedendosi in esso che quest'acido non per anche consolidato e tuttavia sotto la forma gelatinosa, quale si conviene ad una tale condizione sua. Chè anzi, come si vedrà a suo luogo, dalla mollezza de' minerali finchè sono aderenti alla loro matrice sorge nuovo argomento a favore de' miei principii. Le quali considerazioni varranno del pari riguardo a' que' fatti menzionati dal Brongniart all'art.^a *Silex* (min.) del *Dictionnaire des Sciences Naturelles* (1); pe' quali conviene rimandare il cortese lettore all'art.^a predetto onde conoscerne tutti i particolari e gli argomenti che l'autore medesimo vuole dedurne, da che sarebbe troppo lungo il riferire qui cotale cose ad una ad una. Che se alcune di esse servono veramente a chiarire che le agate ed altri corpi ad esse congeneri esistettero già sotto forma di gelatina innanzi di consolidarsi, nulla provano intorno al modo di soluzione della silice e al suo trasporto per l'infiltrazione (i); nè meglio valgono i petrefatti calcedoniosi ch'egli, ricordando le osservazioni del Flemming, pone in mezzo, dovendosi un tale effetto, anzi che alla solubilità della silice, ascrivere ai trasporti operati dell'elettricità.

163. Appresso alle quali considerazioni intorno all'infiltrazione, che ho voluto aggiungere a quelle già discorse dal ch. Breislak; le quali, confido, serviranno a far viemmeglio comprendere quanto poco fondata sia una tale ipotesi; a cui come osserva il Breislak medesimo (2), lo stesso Dolomieu si guardò dall'appigliarsi nella spiegazione di alcuni fatti, mi farò qui a

(1) T. 49. p. 181.

(2) Inst. geol. j. 348.

considerare alcuni fenomeni, i quali io credo meritare un particolare esame. E principalmente dirò delle stalattiti, e sopra tutto delle calcarie, come quelle le quali sembrano contraddire quanto da me si sostiene, manifestando la solubilità del carbonato di calce. Possono forse concepirsi due modi pe' quali l'acqua dia origine alle stalattiti formate di questo sale, senza essere obbligati ad ammettere la facoltà dissolvente dell'acqua riguardo ad esso. Può primieramente suppersi che l'acqua, innanzi di penetrare in quelle caverne ove formansi le stalattiti, in forza appunto di quelle decomposizioni che continuamente si operano in seno della terra, si trovi in contatto, non col carbonato di calce, quale è quello che forma le stalattiti medesime ed il guscio delle conchiglie, e che io dico doversi avere in conto di sale ovunque insolubile; ma col bi-carbonato, che all'opposto è solubile. Quest'ultimo, disciolto e trasportato da essa, potrà alla superficie delle stalattiti, perdendo la porzione dell'acido che lo rendeva solubile (lo che può essere favorito dall'evaporazione dell'acqua) tornare allo stato di carbonato neutro e rendersi nuovamente insolubile. Può suppersi pure, e forse con eguale verisimiglianza, che l'acqua nello scorrere per gli strati ovvero per le fenditure che debbe attraversare prima di giungere alle caverne istesse, si carichi di acido carbonico, e questo basti per dare ad essa la facoltà di sciogliere il carbonato; anche in questo caso l'acido carbonico svolgendosi di mano in mano che il sale si deposita sulla superficie delle stalattiti che va ad aumentare. Una osservazione del Fournet si aggiunge a convalidare la prima di queste supposizioni. Dopo di avere egli fatto conoscere come l'acido carbonico, de' contorni abbondante nel terreno di Barbecot, abbia agito sui materiali di un filone, cioè sui carbonati di calce, di ferro e di manganese e, cangiandoli in bi-carbonati, li abbia resi perciò solubili, avverte poscia che l'acqua che agì in su di essi lascia quindi depositarsi le sostanze istesse o in incrostazioni o in stalattiti sulle pareti delle gallerie che si trovano nel terreno stesso (1). A tutto ciò si potranno inoltre aggiungere tutte quelle riflessioni che il sig. M. de Dombasle (2) pone in mezzo onde convincere non po-

(1) Bull. Un. Sc. Nat. Sept. 1829. p. 333.

(2) Ess. sur l'Anal. des eaux natur.

tersi sempre dalle sostanze che le acque lasciano depositarsi giudicare di quelle che sono tenute in soluzione; e che quelle che da esse precipitano non di rado provengono da una reciproca decomposizione prodotta dall'unione di acque contenenti diversi sali; di che anche in altro luogo ebbi a far menzione; il che specialmente conviene al carbonato di calce. Ed avendo egli applicato questi suoi principii alla formazione delle incrostazioni calcarie nella sua memoria sul solfato di calce in vicinanza ai depositi di sale (1), può ivi vedersi come essi concordino con quanto da me si è detto intorno a questo particolare. Ciò basti intanto ad indicare come le stalattiti possano formarsi mediante l'azione dell'acqua, riguardo a quelle cui sembri veramente doversi attribuire una tale origine, senza che per questo debba ammettersi la solubilità del carbonato di calce, per favellare poi ne' §§ seguenti della formazione loro secondo altri principii (k).

164. Rimane a dirsi delle stalattiti calcedoniose; le quali esse pure sembrano a primo aspetto presentare un argomento in favore della solubilità della silice. Intorno a che occorre che qui si premettano alcune considerazioni sulla figura stalattitica che talvolta prende la calcedonia; le quali possono al tempo stesso convenire eziandio alle stalattiti calcarie. Dall'acqua che talvolta si vede stillare dalla volta di quelle caverne da cui pendono le stalattiti, nacque, per quanto sembra, quella prima idea la quale portò quasi che l'universale de' naturalisti a credere che la figura cilindrica delle stalattiti stesse si dovesse all'acqua; e su questo principio immaginavasi il modo del loro accrescimento. La quale etiologia sembrò tanto più conforme al vero venendo in suo soccorso l'analogia, desumendosi questa dalla forma affatto simile che prende soventi volte l'acqua nel congelarsi. Se però si voglia dimenticare una tale prevenzione, cessando così dal riguardare i corpi stalattitiformi siccome formati da una sorte d'incrostazione, in forza di che essi prendono accrescimento, non parrà strano il considerare una tal forma quale effetto della forza di cristallizzazione, egualmente che la figura botritica si tiene propria di alcuni altri minerali. E per lo appunto una tale idea forse meglio che ad

(2) Ann. des min. t. G. p. 149.

altro si conviene alla calcedonia, conciossiachè nella sua forma stalattitica sembra potersi scorgere una modificazione della mammellonare, che di essa è propria. E se io dico un semplice allungamento in quest'ultima forma essere quanto occorre per ridurla alla prima, la malachite ne offre un esempio; perocchè di essa non saprebbe dirsi se veramente la si abbia a considerare un minerale al tutto mammellonare ovvero stalattitico. E questo modo di considerare la genesi de' corpi stalattitiformi trova del pari fondamento ne' seguenti fatti; mostrando essi de' corpi dotati di una tale figura, i quali procedono da tutt'altro che da stillicidio. Nel *Nouveau Bulletin Philomatique* (1) si fa parola di un calcolo presentato dal Larrey all'Accademia R. di Medicina, il quale offriva alla sua superficie alcuni *tubercoli salienti in forma di piccole stalattiti*. Nell'esperimento tentato dal dott. Stratingh sulla incandescenza della spugna di platino in contatto col vapore della canfora, osservò egli che questo vapore istesso dava origine alla produzione di *stalattiti in bei gruppi* (2). Cristalli stalattitici, come i precedenti, formati dalla concrezione di sostanze rese prima allo stato di gas o vapore, in fine per sublimazione, presentano pure alcuni sali che sotto una tal forma si osservano sugli orli de' fumajoli o nelle bocche roventi del cratere del Vesuvio. Sono essi soda muriata (cloruro di sodio), soda muriata con potassa solfata o muriata, soda muriata ammoniacale, potassa solfata (3); ed il de Buch asserisce che i vapori acquosi che si svolgono dal vulcano dell'isola di Lancerotte, depongono sulle pareti del cratere delle stalattiti silicee (4), come si osserva pure a Geyser, al cratere di Astruni ed in altri luoghi menzionati dal Breislak (5).

165. Che se le precedenti cose mostrano alcuni corpi assumere la forma stalattitica senza che veruu stillicidio possa accagionarsene; per lo che esse, come che indirettamente, concorrono a far credere la forma predetta doversi piuttosto ad una forza non dissimile da quella che determina la figura

(1) 1825. pel 60.

(2) *Jour. de Pharm.* t. 11. p. 195.

(3) Monticelli e Covelli, *Prodr. Min. Vesuv.* p. 284, 287, 288, 316.

(4) *Dict. Sc. nat.* t. 49. p. 186.

(5) *Inst. Geol.* § 627.

de' cristalli; li seguenti fatti riferiti dal Clarke e dal Thury valgono a dimostrarlo direttamente. Per le osservazioni del primo si vede che, quando niuna circostanza venga a disturbare la disposizione simmetrica delle molecole, la forza cristallizzante agisce in tutta la sua energia nella formazione delle stalattiti medesime; e sì che queste si hanno a considerare come il risultamento dell'unione di altrettanti cristalli. Dic'egli in fatti di aver veduto le stalattiti di ghiaccio formate di rombi perfetti; soggiungendosi da lui che se questo non avviene sempre, e segnatamente alla temperatura alquanto al di sotto dello zero, la cosa procede dall'essere in tal caso il consolidamento rapido troppo perchè le parti possano disporsi convenientemente, sì ch'esse prendono allora una disposizione confusa. Dopo di che egli conchiude dicendo, che « quantunque siensi considerate co-
« me impossibili e contrarie alle leggi della natura la cristalliz-
« zazione del carbonato di calce in stalattiti e del pari quella
« della calcedonia sotto la stessa forma, non di manco si os-
« serva nelle stalattiti di carbonato di calce della grotta di An-
« tiparos la forma primitiva del carbonato medesimo, e del
« pari la forma primitiva degl'idrati di silice nelle stalattiti di
« calcedonia azzurra, che si trovano nelle miniere di Unghe-
« ria » (1). Nè meno concludenti sono le osservazioni di H. de Thury; il quale nelle ghiacciaie di Fondenre vide immense stalattiti di ghiaccio, vuote internamente, le quali formavano delle geodi, le cui pareti erano tappezzate di begli aghi perfettamente cristallizzati (2). Può in fine aggiugnersi che il Patrin assicura che la stalattite di ossido rosso di rame, da esso- lui osservata nelle miniere di questo metallo de'monti Oural, nel suo interno era cristallizzata (3). E poichè quell'opinione per la quale le stalattiti calcedoniose si ascrivono all'acqua filtrante si fonda interamente in sulla loro figura, le precedenti cose basteranno quindi ad escludere una tale credenza, siccome quelle perchè al contrario si vede questa figura medesima essere in molti casi l'opera della forza di cristallizzazione. A'quali miei pensamenti vanno concordi quelli del Brongniart; da cui si vuole ascrivere la forma stalattitica della calcedonia alla

(1) Bib. Univ. S. et A. t. 28. p. 47.

(2) Ann. ch. et phys. t. 21. p. 156.

(3) N. Dict. d'Hist. nat. t. 22. p. 4.

tendenza della silice, quando si trovi allo stato di agata o di selce, a disporsi in figure circolari (1).

166. Queste considerazioni intorno all'azione dell'acqua, come altrove ebbi occasione di accennare, sono del pari vavevoli a far conoscere quanto sia mal ponderato l'attribuire alla sua azione que' cambiamenti che soffrono alcune sostanze minerali per la eliminazione de' loro principii, se questi sieno insolubili. Egli è ciò, per esempio, quanto accade nella formazione del kaolino; la quale, secondo le analisi fatte dal Berthier (2), proviene perchè dal feldispato si sottrae il silicato di potassa; il quale è insolubile nell'acqua. Così dicasi dell'andalusite, che per la sottrazione del trisilicato di potassa, anch'esso insolubile (come tutti i sali di questo genere s'essi non sieno de' sotto sali), si cangia in andalusite grigia; la quale, giusta le osservazioni del prof. Mohs, non è altro che un aggregato di distene, e che per lo appunto differisce dalla prima per la mancanza del sale predetto. E se si tratti di quelle sostanze che, in luogo di perdere alcuno soltanto de' loro principii, per intero si eliminano: cioè de' cristalli pseudomorfi propriamente detti, avrà qui luogo il far menzione del carbonato di calce e dello spato fluore, ambedue parimente insolubili, i quali vengono spesso suppliti dal quarzo che ne assume le forme (3). Al quale proposito possono ricordarsi la sostanza terrosa verdastra, che, come si osserva specialmente nel Tirolo e in Transilvania, occupa il posto e veste la forma del pirosseno; la steatite che in Siberia si configura sul granato, feldispato ec. (4).

167. Innanzi di por termine a ciò che riguarda la infiltrazione dell'acqua, si rende necessario il chiarire alcune delle cose dette a tale proposito; il che presterà occasione a un tempo di elidere una delle obiezioni che mi vennero opposte dal signor prof. Belli. Per il che conviene innanzi a tutto che io faccia riflettere non doversi inferire alcuna contradizione nelle considerazioni precedentemente discorse dall' essermi da prima con ogni studio adoperato ad escludere l'infiltrazione dell'ac-

(1) Ann. Sc. nat. T. 23. p. 166.

(2) Ann. ch. et phys. t. 24. p. 107. Veggasi inoltre su di ciò Fournet, Ann. ch. et phys. t. 55. p. 242.

(3) Haidinger, Ann. des min. 2.^e ser. t. 3 p. 203.

(4) L. c. p. 212.

qua per entro alle rocce ed ai cristalli compatti, e dall'aver poscia accennato questo liquido siccome valevole a penetrare nelle caverne e nelle miniere; non dovendosi avere l'una cosa e l'altra in conto d'inconciliabili fra loro. Ripetendo perciò quanto da me si accennava non ha guari, dirò quindi che io supposi l'acqua penetrare ed assai profondamente; nè avrei potuto fare altrimenti senza pormi in opposizione co' fatti i più ovvi della fisica terrestre; ma io supposi, colla scorta di ciò in che i fisici tutti concordano, che ciò si faceva mercè le fenditure, mercè que' letti di sabbia e d'altre sostanze incoerenti e porose che segnatamente si trovano ne' terreni di formazione meno antica. Il che sembra a me chiaro abbastanza perchè occorra diffondermi in soverchie parole affine di addimostrare quanto l'una cosa sia distinta dall'altra, e come dal penetrare dell'acqua ne' terreni mobili, negl'interstizi delle rocce, non possa in alcun modo argomentarsi ch'essa penetri nelle masse compatte, quantunque si chiami in soccorso il tempo, siccome appunto fa il predetto sig. Belli.

168. Dall'evaporazione pur anco si trasse argomento a contraddire i miei principj, credendosi rinvenire, in essa una delle cause di quelle alterazioni che si operano ne' minerali, e specialmente il loro consolidamento; ciò che io ascriveva a tutt'altra cagione. Esclusa però dalle cose di sopra discorse l'azione dell'acqua, basterebbe questo onde combattere al tempo stesso quanto ha riguardo all'evaporazione. Nondimanco gioverà al mio assunto l'accennare ad alcuni fatti, i quali valgono ed a viemmaggiormente escludere la predetta obiezione, e ad avvalorare sempre più quanto si è detto fin qui sulla pretesa facoltà dissolvente dell'acqua. E tali fatti consistono in ciò, che non pochi corpi progrediscono nel loro consolidamento quantunque s'impedisca in essi l'evaporazione, e ciò che più importa, mentre in su di essi tuttavia continua l'acqua ad esercitare la sua azione. E ciò è appunto quello che si osserva in que' cementi così detti *idraulici*, i quali induriscono nell'acqua (1), a segno tale che il Vicat crede che alcune calci idrauliche tendano, appunto uerchè la presenza dell'acqua, a contrarre una più forte coesione di parti; il che non potrebbe accadere se l'azione dell'acqua fosse veramente quale da altri si volle supporre. E ciò che accade ne' cementi predetti, vedesi pure ne' grauiti rigenerati di Messina, in quel dico dell'Oder-

teich, di cui fa parola il Brocchi; da cui si asserisce essersi colà in 70 anni formato un granito simile a quello donde proveniva la sabbia adoperata ad empier il dicco stesso (1); ed in quei dicchi di Olanda che rimangono coperti dall'acqua. Oltre di che riferisce il Brard (2) che il gres di Pontoise ne' dintorni di Parigi e quello di Grammont acquistano solidità se vengano immersi nell'acqua.

169. Dopo di che poco resterebbe a dirsi intorno all'evaporazione, se per avventura non incombesse a me il rimuovere un'obiezione che del pari recava in mezzo il premenzionato prof. Belli; rivolgendo egli contro di me alcuni de' fatti da me appunto ricordati. Dall'umidore di cui, siccome io dissi, si vedono penetrati alcuni minerali allorchè si traggono dal seno della terra, e dal consolidarsi essi collo svanire di questo, vuol'egli argomentare che l'acqua sia quella che li tiene in istato di mollezza (3). Perchè una tale conclusione avesse un qualche fondamento sarebbe mestieri provare da prima che quell'umidore constasse veramente di acqua; ch'è mi pare attribuirsi una estensione soverchia all'analogia giudicando di tale natura qualunque liquido di che si veda pregno questo o quel minerale. Cio solo basterebbe a lasciare in forse la cosa. Io però fin da principio, e nel luogo stesso citato da lui (4) avvertiva alla qualità di quell'umore di cui sono imbevuti e le acque marine, e gli smeraldi, e le selci, in alcuni dotato di certa untuosità, d'ordinario volatilissimo, in fine avente qualità ben distinte da quelle che sono proprie dell'acqua. Le quali considerazioni veugono ora meglio validate dall'esame ultimamente fatto da' più esperti chimici di que' fluidi che si racchiudono nelle bolle di alcuni minerali, ben diversi da semplice acqua; de' quali si avrà a tener proposito in altro luogo. Sembra chiaro perciò non essere l'evaporazione dell'acqua la causa perchè le predette sostanze prendono l'ordinaria loro durezza tosto che sieno tratte dal suolo.

170. Resta ora a farsi parola dell'azione dell'aria, del sole, dell'acqua. Se intendasi perciò l'azione decomponente del-

(1) *Trat. min. sulle miniere di ferro*, etc. t. 2. p. 284.

(2) *Min. appl. aux arts*. t. 2. p. 40, 45.

(3) *Gior. di fis. ch.* etc. D. II. t. 9. p. 333.

(4) *Preced. ediz.* p. 198.

l'atmosfera, come appunto si fa dall'Autore dell'articolo già altre volte menzionato, il quale si legge nella Biblioteca Italiana (1), ponendola egli fra le cause esterne, non si potrebbe certamente negare, e a ciascheduna di queste cause isolatamente, e a tutte insieme unite, una azione sensibilissima sui corpi che rimangono esposti alla loro influenza. Ciò è quanto in vero ne attestano e i vetri che perdono il loro pulimento, e i metalli che si ossidano, e gli edifici per le erosioni che mostrano nelle loro parti esterne, e finalmente alcune superficiali decomposizioni di certe rocce. Ma egli è appunto dall'alterazione che soffrono queste ultime che ci conviene argomentare non estendersi l'azione dell'atmosfera che poco addietro nelle loro masse. In fatti se si prendano ad esame que'graniti, la cui apparente stratificazione si ascrive appunto a questa causa, si vede che quest'apparenza, anzi che approfondarsi nella loro massa, si limita, può dirsi, alla loro superficie. Così il D'Aubuisson medesimo, il quale attribuisce all'atmosfera moltissima azione ove si tratti della decomposizione de' minerali, ebbé egli pure a convincersi non estendersi quest'azione che a varii piedi di profondità (2); ed a questa causa non appone egli che quella specie di erosione che si opera alla superficie delle rocce. Or chi è che non vegga che, se l'azione dell'atmosfera potesse penetrare ed agire nello interno delle masse minerali, essa nell'interno come alla superficie cagionerebbe quella divisione del granito in letti e quelle alterazioni di cui fa parola il D'Aubuisson? ciò che al contrario non si osserva che nelle parti più esterne. E se tale veramente fosse l'efficacia dell'atmosfera, di quanto maggiori sarebbero i suoi effetti su quelle colonne, su quegli obelischi, che al contrario sembrano sfidare le ingiurie del tempo, serbandosi intatti, od al più mostrando solo una qualche superficiale alterazione. Per le quali cose conviene concludere che ad una sì fatta causa, se non si supponga l'elettricità, giusta le cose permesse, co-spirare all'effetto, non potrebbero in verun modo ascrivere quelle alterazioni profonde le quali si osservano ne' minerali, ed in ispezie quel cangiarsi di alcuni interi strati di granito in

(1) N.º 33. p. 383.

(2) Tr. de Geogn. t. 1. p. 144. 218.

kaolino, di alcuni basalti in isfere testacee o raggiate, ed altri simili fatti che ciascuno conosce. Onde si avrà buon argomento per dire essersi in questo come in altri casi all'analogia dato un peso al di là di ciò che la ragione consiglia, ove dalle superficiali erosioni di alcune rocce si voglia inferire che altrettanto accada nel loro interno.

171. Dopo di che ove piaccia prendere ad esame cotali cause separatamente, cioè l'acqua, il sole, l'aria; intorno alla prima essendosi già detto abbastanza in questo capitolo stesso, assai brevi parole basteranno quanto alle altre, e particolarmente intorno al sole; perocchè l'azione sua potendosi distinguere in calorifica, in luminosa ed in chimica, ed essendosi già della prima favellato a dilungo ove si trattò dell'azione del calore, intorno alle altre, io credo, basterà l'avvertire alla opacità delle rocce, e quindi non potersi supporre che la sua influenza si estenda alquanto profondamente. Si vede in fatti nelle osservazioni riferite di sopra (§ 66.) che le alterazioni che da essa provengono si limitano alla superficie de' corpi; e ciascuno sa l'azione della luce impelirsi per l'interposizione di un corpo opaco. Ed in fine riguardo all'aria dirò che ove si voglia credere che essa penetri assai profondamente nell'interno della massa terrestre, essa formerà parte di quella circolazione, di che sono per far parola in uno de' seguenti capitoli.

Dalle quali cose discorse fin qui conchiuderò dunque non giungere l'acqua a penetrare le rocce compatte, nè alcun argomento potersi dedurre dalla osservazione, il quale porti a credere essere essa efficace a disciogliere nell'interno della terra que' corpi che d'altronde si mostrano insolubili in questo liquido; se anzi il contrario viene attestato dai fatti. E tanto meno si ha ragione di apporre una sì fatta azione all'acqua, essendo che le altre forze naturali, e l'elettricità sopra tutte, a miglior dritto possono accagionarsi di quegli effetti che si vorrebbero ascrivere all'infiltrazione. E nè tampoco valgono a prò di quest'ultima le stalattiti; le quali non meno de' cristalli si hanno a tenere in conto di una forma particolare di alcune sostanze. Nè si può in fine aver ricorso all'azione dell'atmosfera per rendere ragione delle alterazioni profonde di alcuni minerali, poichè tutto c'induce a presumere la sua azione limitarsi alla superficie.

NOTE AL CAPITOLO XI.

(a) La massa, il tempo e la compressione possono modificare ed accrescere gli effetti nelle grandi masse minerali. Sarà facile però a vedersi che niuna di tali circostanze può attribuirsi a questo caso. Non può considerarsi la compressione, imperocchè si sa che l'acqua non è che pochissimo compressibile; e quindi questa circostanza può in essa considerarsi come nulla od infinitamente piccola; mentre all'opposto è di grandissimo rilievo riguardo ai gas, segnatamente dopo le osservazioni sulla liquefazione di questo genere di corpi. Non può credersi del pari che l'aumento di massa influisca; imperocchè facilmente si comprende che, qualunque sia la massa minerale in cui si consideri il fenomeno, la massa chimica dell'acqua che, come si vedrà, non potrebbe al più penetrarla che allo stato di umidore (il che può certo in riguardo a molte rocce revocarsi almeno in dubbio), sarà sempre piccolissima, o si consideri nel corpo di una intera montagna, ovvero in un suo frammento di poche libbre. Dimostrata la non influenza delle due prime circostanze, si comprende tosto anche la terza, il tempo, essere del pari trascurabile, ove riflettasi ch'esso non è che il rappresentante della somma degl'istanti; conciossiachè ove si abbia a considerare nulla l'azione corrispondente a ciascheduno di tali istanti, od agli elementi della somma predetta, anche questa dovrà considerarsi come nulla.

(b) Il La Beche (*Rech. sur la théor. de la Geol. p. 59*) onde rendere ragione delle inflessioni degli strati delle rocce, e segnatamente delle calcarie, ha ricorso all'acqua di umidità; la quale egli crede atta a dare a quelle rocce una qualche pieghevolezza. A tal fine egli cita alcuni esempi: cioè alcune calcarie, l'oolite di Bath o Portland, le quali assorbono l'acqua con avidità. Egli però in seguito conviene che l'acqua anche abbondantemente disseminata nelle rocce, non può comunicare ad esse una mollezza tale, perchè esse si rendano acconcie ad essere curvate e piegate in tutti i sensi; credendo bensì che quell'acqua possa contribuire alla loro inflessione « facilitando fino ad un certo punto il movimento delle molecole delle rocce, e dando alla loro massa una specie di duttilità. » Al quale proposito egli nota che le molecole de' solidi possono essere indotte a muoversi più facilmente di quello che si crederebbe, citando all'uopo il seleniato di zinco, che cambia figura per la sola azione del sole.

(c) Il D'Aubuisson fa menzione a tale proposito di alcune monete che si rinvennero racchiuse in una sorte d'involuppo o incrostazione silicea, le più antiche delle quali appartenevano al secolo XVI; non che di alcuni cristalli quarzosi da essolui osservati su di un legno fossile; con che egli vuole argomentare essere tali corpi di una formazione recente, e quindi doversi ascrivere la loro formazione all'acqua. Evidente è la prima deduzione; non però l'altra; chè a renderla tale occorrerebbe mostrare niun'altra causa essere valevole a tanto.

(d) Basterebbe a restarne convinti il richiamarci al pensiero i risultamenti riferiti dal Davy nella sua Lezione bakeriana pel 1806. (*Ann. ch.* t. 63. p. 172. et s.)

(e) Il Berzelius non dubita di asserire che tutte le acque che spiccano dalla terra contengono l'acido carbonico in maggiore o minore quantità. (Tr. de Chim. t. 1. p. 446.)

(f) Può osservarsi inoltre che le circostanze che si richiedono alla produzione di tali composti sono tali da non potersi supporre che esse intervengano frequentemente nell'interno della terra (chè anzi probabilmente non intervengono giammai, e se pur ciò accadesse dovrebbe accagionarsene l'elettricità oe' suoi grandi sbilanci), e certo non così frequentemente come si richiederebbe per corrispondere alla produzione de' tanti corpi silicei menzionati di sopra ed alla silice che si trova in molte acque. Il solido richiede che il silicio si trovi allo stato rovente in contatto collo zolfo gassoso; il clorido il concorso del silicio portato ad un'alta temperatura e del cloro; finalmente perchè il fluorido si formi occorre che l'acido idrofluorico si porti ad agire sul silicio.

(g) Ciò può avere del pari relazione alla silice ed al carbonato di calce; imperocchè, quantunque si riguardino in generale le sabbie come quarzose, rare però sono quelle che non presentino una effervescenza assai viva allorchè si cimentano cogli acidi; di che io stesso ebbi non poche occasioni di assicurarmi. Ved. D' Auhuisson Tr. de Geogn. t. 2. p. 414.

(h) Analoga osservazione mi fu già tempo comunicata dal mio amico, signor Menu Wiss. « Mr. De Luc, mi scriveva egli, frère du célèbre naturaliste « et physicien, m'a assuré avoir vu une prisme de cristal de roche qui avait « reçu l'impression des doigts de celui qui l'avait arraché avec force, et « qui en se consolidant avait conservé cette même impression. » Del pari il Baldassarri dice d'aver trovato gl'ingemmamenti del quarzo teneri, friabili e nascenti dentro una tenera massa di argilla, quasi che avesse colto, come suol dirsi, la natura sul fatto. (Atti dell'Accad. di Siena t. 2. p. 14.)

(i) Egli è da notarsi che lo stesso Brongniart, come che esso si mostri sostenitore delle solubilità della silice, non può a meno di dire che « questa teoria dell'infiltrazione, considerata nelle sue applicazioni, per essere completa e chiara, richiederebbe la soluzione di due quistioni: 1.º quale « sia il mestruo che ha disciolta e trasportata la silice; 2.º qual causa o quale « affinità ha potuto fare che questa silice, dopo di avere attraversati d'egli « strati di sostanze porose senza arrestarvisi, si sia concentrata, in uo grado di « isolamento non che di considerevole purezza, ne' luoghi occupati dai corpi « organici vegetali ed animali e, ciò che è anche più notevole, da' corpi « minerali densi, eliminando interamente tutte le parti solide de' corpi « de' quali ha occupato il posto » (L. c. p. 180). E poco appresso egli soggiunge: « Non per tanto noi dissimuleremo che molte e grandi difficoltà « rimangono ancora a superarsi innanzi di rendere ragione di tutte le circostanze della formazione delle agate. Così non si comprende ancora con « bastante chiarezza donde sia venuta questa gelatina di silice, la quale ha

« riempiti così perfettamente i vacui delle spilliti e delle altre rocce che
 « contengono le agate; com'essa abbia potuto acquistare la solidità quarosa
 « senza che nel condensarsi abbia lasciato una cavità considerevole; simil-
 « mente non si sa intendere come questa sostanza si sia introdotta ne' pori
 « che non fanno vedere il menomo indizio di canale; ed ammessa ancora
 « l'esistenza de' canali, perchè la materia silicea si sia interamente diretta
 « verso tali punti; nè meglio si può concepire qual fluido in grande quantità
 « si sia fatto strada fino ai pori predetti, o com'esso fosse talmente saturo
 « di parti minerali; ovvero finalmente come abbia potuto attraversarli per
 « lungo tempo affine di depositarvi que' grossi cristalli di baritina, di calca-
 « ria o d'altre sostanze quasi insolubili che vi si vedono. Sono questi al-
 « meno altrettanti problemi i quali restano a risolversi » (*Lu. c.* p. 183.).

(k) Porta il pregio l'avvertire in questo luogo non potersi applicare
 ninna delle predette supposizioni alla conversione delle conchiglie in ispatio;
 perciocchè riguardo a queste resterebbero sempre a superarsi le difficoltà che
 insorgono e dalla impermeabilità delle rocce in cui sono compresi i petrefatti,
 e da quella considerazione del Breislak sulla condizione dell'acqua allo stato
 di umido (§ 150); mentre quanto alle acque che danno origine alle stalattiti
 si ha a credere all'opposto che esse trapelino in copia per le fenditure ec.,
 come fanno quelle che alimentano le sorgenti; e quindi potranno esse eser-
 citare la loro azione dissolvente sui corpi che incontrano nel loro traghet-
 tare per le vene della terra.

(l) Veggansi le mie Memorie sui Cementi nel *Giornale di fisica, chi-
 mica ec.* di Pavia 1814.; nelle quali si troveranno già indicate quelle con-
 clusioni stesse che poscia vennero annunziate dal Vicat e da altri che presero
 a considerare questo soggetto, e segnatamente quanto ha riguardo all'affinità
 della silice verso le terre ed ossidi che formano parte de' cementi.

CAPITOLO XII.

Stato originario ed attuale della terra.

172. **A**ccennavasi già (§ 82.) la terra procedere verso un maggiore consolidamento e pari passo freddarsi, comechè una tale diminuzione nella sua temperatura non si renda sensibile alla sua superficie; e favellando di questo si fè conoscere come da questo solo abbia a conchiudersi nella sua massa operarsi continuamente un movimento molecolare, che, quantunque assai lento ed impercettibile, non perciò si debbe avere in minor conto. Che più convincentemente ancora alla conchiusione medesima, ed a farne comprendere nella massa istessa operarsi continui mutamenti, e decomposizioni e ricomposizioni, ne porti l'essere la terra verso il suo centro e fin presso alla superficie in istato di fusione, egli è ciò che, a mio credere, essendo questo di per sè chiaro abbastanza, non abbisogna di essere con soverchie parole fatte palese. Che però il nostro pianeta si trovi nella condizione predetta e che, conformemente a cotale stato, si notino nella sua massa talune alterazioni, le quali rimarrebbero altrimenti per noi al tutto inspicabili, è quanto rimane a chiarirsi; nè, come si vedrà per le cose che anderò discorrendo in questo capitolo, mancano certamente assai e conchiudentissimi argomenti che una tale verità pongano fuor d'ogni dubbio. Non mancando però taluni i quali tuttavia dissentono da quest'opinione, alla chiarezza dell'argomento si rende opportuno il riferire alcune delle osservazioni dalle quali la verità predetta può desumersi con tutta evidenza; perciò che questo concederà miglior agio a combattere le obiezioni di que' pochi che, come dissi, tengono per l'opposta sentenza.

173. Innanzi però che io imprenda a ragionare dell'attuale fusione delle parti interne della terra; lo che, siccome ognuno comprende, basta di per sè a farne certi del suo raffreddamento, siccome quello che non può a meno di riuscire

ad effetto in un corpo qualunque il quale, in simile condizione si trovi immerso in un mezzo più freddò; gioverà il fare benchè brevemente parola di talune cose asserite dal Laplace; le quali a primo aspetto potrebbero avvisarsi in qualche modo contrarie al mio assunto. Io dico adunque che, se da lui si affermava la durata del giorno e la temperatura media della terra essere giunta ad uno stato permanente (1), ciò per niun modo potrebbe recarmisi incontro affine di contraddire la predetta condizione del globo terrestre. E in vero, oltre quelle considerazioni, che potrebbero addursi, valevoli a far conoscere non doversi le sue parole intendere nel senso letterale (chè ciò sarebbe contrario ai fatti), egli stesso ci presta il modo di comprendere più rettamente quanto da essolui intendevasi con tale espressione, limitandosi a dire, in altro luogo dello scritto medesimo (2), la diminuzione della temperatura media della terra da due mila anni addietro, anzi che assolutamente nulla, essere soltanto insensibile. Oltre di che nella sua memoria *sulla diminuzione della durata del giorno pel raffreddamento della terra* (3), posteriormente data in luce, egli dice: « Io suppongo il globo giunto a quello stato (di temperatura finale) da cui la terra è forse ancora lontana; « ma non cercando qui che spiegare come, da due mila anni, « la variazione della durata del giorno sia stata insensibile, io « ho seguito questa ipotesi e ne ho conchiuso l'accrescimento « della velocità di rotazione. » Di più, in tutto il corso della memoria medesima egli considera la terra soggetta ad un progressivo raffreddamento; facendo inoltre osservare (4) che per lo appunto dal non essere la terra ancor giunta allo stato finale di temperatura proviene la diversa temperatura de' suoi strati, aumentando questa dalla superficie al centro; e che essa non potrà considerarsi pervenuta a tale stato finchè il grado di calore non divenga eguale in tutta la sua massa. Ed in fine egli prova che ad una grande profondità, e massime presso al centro, essa debbe trovarsi tuttora in istato di fusione; con che egli crede che si pervenga a dare una soddisfacente spiegazione di

(1) Ann. ch. et phys. t. 9. p. 37.

(2) L. c. p. 35.

(3) Ann. ch. et phys. t. 13. p. 413.

(4) L. c. p. 411.

molti fenomeni geologici, e segnatamente del calore delle acque termali (a). Per le quali cose si vede come lo stesso Laplace abbia saputo conciliare la non sensibile diminuzione nella durata del giorno col progressivo consolidamento e raffreddamento della terra; il che meritava di essere avvertito, valendo ciò a prevenire al tempo stesso quelle ragioni che si volessero pormi incontro, desumendole appunto dalla non sensibile variazione nella durata del giorno.

174. Intorno a che voglio che bastino queste riflessioni, essendo oniai tempo di ragionare di quello stato d'incandescenza e di fusione in che si trovano le parti interne della terra. Innanzi però di prendere a riferire que' fatti che più direttamente servono a dimostrare questa verità, porta il pregio che qui si faccia rilevare com' essa, ciò che si vede tosto, concordi pienamente con quella teoria intorno all'originaria fluidità ignea della terra, la quale del pari debbe tanto al Laplace; ed è questa teoria giunta pur essa a sì fatto grado di certezza, perchè abbiasi ad annoverare fra quelle poche verità che servono di fondamento alla scienza geologica.

175. Le osservazioni però che più direttamente servono a dimostrare lo stato di fusione e d'incandescenza delle intime parti della terra, sono quelle senza dubbio per le quali si vede la temperatura della sua massa farsi sempre maggiore quanto più in essa c'interniamo. A tale effetto gli scavi delle miniere prestarono ai fisici l'opportunità migliore affine d'istituire quelle ricerche che valsero a porre questa parte della fisica terrestre nel suo maggior lume. Due diversi modi presentavansi pe' quali determinare quest'aumento di temperatura: il calore delle acque che nelle miniere medesime trapelano dalla roccia; quello della roccia medesima in cui i pozzi e le gallerie o cunicoli sono scavati. Non valgono certo le prime a somministrare dati precisi quanto si vorrebbe, siccome quelle la cui temperatura può essere da talune circostanze aumentata e da tali altre diminuita. Fra le prime si hanno a menzionare il calore svolto dai minatori e dai lumi che ardono nelle miniere, il calore iniziale delle acque istesse che provengono dalle piogge della state ec.; e fra quelle che possono credersi dar cagione ad un abbassamento di temperatura nelle acque medesime possono ricordarsi l'evaporazione, la temperatura loro iniziale, ove

provengauo dalle poggie del verno e dalle nevi o ghiacci. Mostrando esse però costantemente un grado di calore superiore alla media temperatura esterna del luogo in cui giacciono le miniere, sia ch'esso si misuri dalle sorgenti che scaturiscono nelle miniere istesse sotto formà di semplici filtrazioni, ovvero sia dagli smaltitoi o dalle acque che talvolta inondano gli scavi; e vedendosi come questo calore in generale aumenti colla profondità, siccome lo addimostrano le osservazioni del D. Aubuisson, del Saussure, dell' Humboldt, del Cordier, e sopra tutto quelle del Fox; qualunque influenza voglia accordarsi alle circostanze predette, si dovrà con tutto fondamento concludere la temperatura di cotali acque provenire dal loro contatto colle rocce fra le quali esse filtrano. E da ciò evidentemente conseguita il calore delle rocce medesime a mano a mano che più l'internano nella massa della terra farsi maggiore. Per la qual cosa sebbene, come si è detto, non abbiano tali osservazioni a tenersi che in conto di approssimative, non sarà fuori di luogo l'accennare almeno aleuni de' loro risultati; preferendo quelli che si riferiscono alle sorgenti, anzi che quelli che riguardano le acque de'smaltitoi, per essere esse meno dalle altre sottoposte a quelle circostanze vevolevoli ed alterarne l'apparenza. Dirò dunque che le osservazioni del D'Aubuisson sulle miniere di Sassonia portano a stabilire che la temperatura aumenti di 1.^o per ogni 46 metri di profondità, termine medio; quelle del medesimo a Poullaouen 1.^o per ogni 110 metri, e le altre pure dello stesso a Huelgoët 1.^o per ogni 30 metri; quelle del Fox a Dolcoat e quelle dell'Humboldt a Guanaxuato non indicano che 25. metri circa (1).

176. Una fiducia sommamente maggiore meritano le osservazioni intese ad esplorare direttamente la temperatura delle rocce alle diverse profondità; le quali però sarebbe fuori di luogo il voler qui menzionare ad una ad una ed indicarne i diversi particolari risultati; li quali possono vedersi in gran parte riferiti dalli Gay Lussac ed Arago (2) e dal Cordier nell' eccellente suo *Saggio sulla temperatura dell' interno*

(1) Cordier, Essai sur la temp. de l'int. de la terre, Ann. des min. 2.^o ser. t. 2. p. 80.

(2) Ann. ch. et phys. t. 13 p. 183.

della terra (1). Basterà invece il rammentare i nomi degl'illustri osservatori che diedero opera a simili ricerche; quali sono, oltre i predetti ed il Gensanne, che tal sorte di osservazioni intraprendeva innanzi alla metà dello scorso secolo, ed oltre alcun altro de' più antichi, l'illustre e benemerito Arago, il Freisleben, il Forbes, il Trebra, Lean, Rede, Bald, Duun e Fenwick e finalmente il Cordier predetto (2); e basterà similmente l'accennare quelle conclusioni che quest'ultimo seppe dedurre dalle proprie e dalle altrui osservazioni; le quali riferirò colle sue stesse parole. « 1.° Le nostre sperienze, « dic'egli, confermano al tutto l'esistenza di un calore interno, « il quale è proprio del globo terrestre, non dipende in ve- « run modo dall'influenza de' raggi solari ed aumenta rapi- « damente a norma della profondità. 2.° L'aumento del ca- « lore sotterraneo in ragione di profondità non segue ovunque « la stessa legge: esso può essere doppio ed anche triplo da « un paese all'altro. 3.° Queste differenze non seguono alcuna « relazione costante nè colle latitudini, nè colle longitudini. « 4.° Finalmente l'aumento è senza dubbio più rapido di quello « che fu supposto: esso può ascendere fino ad 1.° per ogni 15 « ed anche 13 metri in alcuni paesi; ma fin qui il termine « medio non può fissarsi al di sotto di 25 metri » (2). Dond'egli conchiude poscia che la parte superficiale consolidata della terra non abbia, prendendo il termine medio, che uno spessore di 20 leghe da 5000 metri; il che non rappresenta che $\frac{1}{63}$ circa del raggio terrestre; benchè in alcuni luoghi una tale quantità, ascenda, al dire di lui, fino a 23, a 30 ed a 55 leghe (c). Che tutto ciò concordi colla sinuosità delle linee isotermitiche non occorre a dirsi. La qual cosa si aggiunge perciò a rendere vieppiù probabile questa teoria sul calore proprio della terra.

177. Dopo di che non farò che ricordare quelle investigazioni del Fourier sul raffreddamento secolare della terra. Quantunque a tale effetto si seguisse da lui tutt'altra via, giovandosi più che d'altro dell'analisi e della teoria generale del

(1) Ann. des min. 2. ser. t. 2. p. 53.

(2) L. c. p. 119.

calore (indipendentemente però da qualunque ipotesi sulla natura del calore medesimo), potè egli giungere a dimostrare per irrefragabili argomenti l'esistenza di un calore proprio della terra, e quindi il successivo abbassamento della sua temperatura, benchè questo sia al tutto insensibile alla sua superficie (1). Nè in minor conto hanno a tenersi quelle considerazioni per le quali quell' ill. fisico e matematico di cui l'Italia si onora, il Libri, seppe vie meglio e considerare le conclusioni del primo, e rendere ragione del lentissimo raffreddamento della superficie terrestre, e finalmente indicare la ragione in che ciascuno de' diversi strati del nostro pianeta va raffreddandosi (2). E similmente meritano di essere qui menzionate altre analoghe osservazioni dell' Humboldt (3); le quali, faccndo conoscere in alcuni luoghi essere la temperatura della terra al di sopra della temperatura media dell'atmosfera, portano del pari alla conclusione medesima. Il che concorda con quanto si sa della temperatura del suolo e de' pozzi della Laponia, presso al circolo polare, al S. Gotardo, la quale è al di sopra per due o tre gradi di quella dell'ambiente; e con quanto ci fanno conoscere le osservazioni del Wahlenberg, couvalidate poscia da quelle del Kupffer: cioè che alcune piante a radici profonde fioriscono nelle regioni del nord, per questo solo, che la temperatura del suolo è più elevata che la temperatura media dell'aria; mentre in altri luoghi, ove la media temperatura dell'atmosfera è alquanto elevata, quella della terra si mostra inferiore, e ciò conformemente alle leggi sulla diffusione del calore nelle grandi masse e sul raffreddamento de' corpi. Ciò in fine ne fa certi che la massa della terra gode di una temperatura propria, indipendentemente da quella dello spazio e dall'influenza del sole.

178. Le quali cose bastevoli già a convincere lo stato di liquefazione ignea della parte centrale della terra, e quindi, come ho detto, essere essa dotata di un calore proprio, sì ch' essa debbe necessariamente tendere ad un progressivo raffreddamento, mi fu mestieri discorrere alquanto diffusamente

(1) Ann. ch. et phys. t. 13. p. 418., t. 27. p. 136.

(2) Ann. ch. et. phys. t. 52. p. 387.

(3) Ann. of Phil. n. ser. aug. 1823. p. 133.

onde farmi strada a combattere alcune obiezioni che non ha guari si posero incontro a questa dottrina. Per la qual cosa, affine di non dilungarmi soverchiamente dal mio proposito, mi restringerò ad accennare soltanto altre e non meno importanti osservazioni che, quantunque per altri argomenti, menano alle conclusioni medesime, comprendendo prove luminosissime della temperatura della terra un tempo assai più elevata che non è al presente; ciò che si deduce dalle piante fossili che si rinvencono ne' diversi terreni e nelle diverse formazioni. Io intendo di quelle del Crichton (1) e delle altre non meno del Brongniart, da essolui discorse e nella sua *Histoire des vegetaux fossiles* e nelle *Considerations générales sur la nature de la Végétation qui couvrait la surface de la terre aux diverses époques de la formation de son écorce* (2). E viemmeglio mi parve intorno ad esse potermi passare di questo solo cenno, essendo cotali opere note abbastanza, perchè il favellarne lungamente e il ricordarne i particolari sarebbe soverchio. Rispetto agli argomenti del raffreddamento del globo e della sua originaria fusione che ci vengono presentati dai fossili, ed in ispezie da quelli del regno animale, sarà pregio però dell'opera l'accennare brevemente alcuni fatti che, del pari delle osservazioni de' predetti fisici, ci conducono alla conclusione medesima. Doveva certo il clima di Parigi essere caldo di molto allorchè quel suolo era abitato da quelle specie di animali colà osservati dalli Cuvier e Brongniart (*Paleotherium*, *Anoploterium*, *Chaeropotamus*, *Canis*, *Didelphus* etc.), come può arguirsi ancora dalle palme e dai cocodrilli che si ha ragione di credere che colà esistessero all'epoca stessa (3). Così il Reboul (4) credeva doversi conchiudere che la temperatura media terrestre siasi abbassata di almeno 10.° durante il periodo terziario, imperocchè nel nord della Francia, ove la temperatura è di 10 a 11 gradi, verso la metà di quel

(1) Ann. of Phil. n. ser. n.° 50. p. 97. n.° 51. p. 207.

(2) Ann. sc. nat. t. 15. p. 225. Veg. inoltre intorno a ciò: On the History of Fossil Vegetables; by Alph. De Candolle, Edinb. n. Phil. Jour. n. 35. p. 81.

(3) Cuvier et Brongniart, Envir. de Paris p. 20. 45 ed altrove; Cuvier, Revol. de la surf. du globe p. 315. et s.; La Beche, Rech. sur la part. théor. de la Geol. p. 163.

(4) Geol. de la période quater. p. 54.

periodo era coperta di palme; le quali vegetano al presente sotto una media temperatura di 20 a 21.^o Altrettanto può dirsi de' fossili de' terreni d'Inghilterra. I resti di cocodrilli che si osservano all' isola di Wight e nel bacino di Londra ne attestano similmente un clima assai caldo di quella regione ad un'epoca alquanto lontana, sapendosi da noi che essi non hanno mai potuto vivere ad una temperatura più bassa dell' attuale dell' Egitto, e il mostrano pure i frutti ed i semi che in copia si sono trovati nell' isola di Sheppey, siccome appartenenti a piante proprie de' climi caldi. Ed in generale può dirsi che le ricerche segnatamente del Cuvier e d' altri illustri osservatori, avendoci fatto conoscere come alcune specie di animali siano perite, mentre altri sono succeduti a quelli, ci portano a credere che nella temperatura del nostro pianeta sieno avvenute quelle vicissitudini che convengono a queste diverse specie di abitatori. Ed è bello il vedere come il progressivo raffreddamento del globo e la sua originaria fusione, quella verità che alcuni sembrano intesi a contraddire, al tempo stesso che ogni giorno si accumulano nuovi fatti che ne dimostrano la realtà; è bello, io dico, il vedere come questo vero sia ciò a cui riescono le indagini de' fisici, sebbene essi tengano a tale effetto vie diverse. Con che io alludo a quelle osservazioni e considerazioni del Deshayes, il quale, come si sa, avendo preso ad esaminare la temperatura conveniente alla vita di alcuni moluschi, ed i terreni in cui essi si trovano, giunse a concludere da ciò che « fino dall' incominciamento de' terreni terziari, la « temperatura è andata costantemente abbassandosi » (1).

179. Il Parrot e l' Herschel sono que' fisici i quali posero in mezzo quelle obiezioni, delle quali ebbi a fare di sopra menzione; contradicendo eglino il calore proprio della terra e che essa fosse un tempo dotata di una più elevata temperatura. Ora volendosi prendere rennanzi a tutto ad esaminare le principali cose dal primo di essi addotte intorno al fuoco centrale, chè il riferirle ad una ad una mi devierebbe soverchiamente dal mio proposito, dirò primieramente come egli rinnovi il dubbio che il calore, che si osserva aumentare colla profondità negli scavi delle miniere, proceda da azioni chiui-

(1) L' institut 1836. p. 162.

che di natura vulcanica (1); supposizione, cred' egli, convalidata dalla presenza de' metalli e del carbon fossile. La quale obiezione fu già'altra volta rimossa, per quanto io credo, assai validamente dalle considerazioni e dalle osservazioni dirette del Cordier sopra tutti. Non solo fece questi vedere l'insufficienza delle piriti a produrre cotale effetto, ma di più ebbe ad osservare in una miniera di carbone fossile lo stato di decomposizione dello scisto piritoso non dar cagione a veruna sensibile elevazione di temperatura, a mal grado della ristrettezza delle gallerie e della quasi niuna circolazione dell'aria esterna (2). Non di manco alle cose considerate da quest'ultimo mi permetterò d'aggiungere che, non essendo a supporre che tutte le rocce metallifere, qualunque sia il metallo ch'esse comprendono, dieno motivo a sì fatte azioni chimiche, l'effetto dovrebbe mancare in alcune miniere, anzi che osservarsi quella costanza che pure conviene ammettere nelle osservazioni istituite sulla loro temperatura. Di più questo aumento di temperatura, sussistendo l'opinione del Parrot, dovrebbe segnatamente manifestarsi ne' filoni e ne' letti che contengono il metallo o il carbon fossile e nelle sostanze le più attigue, meno in quelle di altra natura lontane talvolta per molti metri dalla pretesa sorgente del calore. Questo però è ben lungi da quanto l'osservazione ci mostra: cioè da quell'aumentarsi gradatamente della temperatura di mano in mano che più c'interniamo nel seno della terra, tranne quelle anomalie avvertite dallo stesso Cordier. Indipendentemente dalle quali considerazioni si aggiungono ora alcuni fatti bastevoli ad escludere la supposizione del Parrot sull'influenza delle sostanze metalliche o carbonose, e che esse valgano a produrre elevazione di temperatura. Una di queste ci viene somministrata da quell'osservazioni intraprese da F. de Bellevue e continuate poscia dalli Emy, Gon e Clairian (3) su di un pozzo artesiano nelle vicinanze della Rocella; per le quali si vide aumentarsi la temperatura del suolo dall'alto al basso in ragione, fino ad una certa profondità, di 1° cent. per ogni 19, 71 metri. E questo accadde in

(1) Bull. Univ. Sc. Nat. Fevr. 1829. p. 161.

(2) L. c. p. 96.

(3) Bull. Un. Sc. nat. avr. 1830. p. 20. oct. 1830. p. 2.

un suolo in cui non può suppersi che si operino quelle azioni chimiche a cui ha ricorso il geologo russo; perciocchè la trivella non attraversò che letti di calcaria giurese e di calcaria grigia argillosa, interpolate l'una e l'altra di argilla marnosa; avvertendo inoltre il Bellevue che quel terreno non racchiude alcuna sorgente termale e pochissime piriti. Il perchè egli conchiude che l'effetto « non può essere attribuito nè a quelle « sorgenti, nè alla decomposizione delle piriti, e che proviene « secondo tutte le apparenze dalla temperatura centrale. »

180. Oltre alle quali osservazioni porta il pregio che si accennino almeno alcunché di quelle fatte su altri pozzi forati, comechè que' fisici a cui dobbiamo tali notizie non ci prestino il mezzo d'indicare la natura de' terreni in cui esse vennero effettuate. Quelle istituite su di uno di tali pozzi a Vienna portano a valutare l'aumento di temperatura a 1.° cent. per ogni 20, 32 metri; quelle fatte ad Epinay a 1.° cent. per ogni 18, 32 metri (1). Similmente si vuole ricordare quanto osservavano li signori De la Rive e Marcet su di uno di tali pozzi della profondità di 700 piedi dalla superficie del suolo e di 400 piedi dal livello del lago di Ginevra; nel quale essi hanno potuto assicurarsi che il calore, partendo da una profondità di 100 piedi, ove il termometro tenevasi a 8.° 75. R., cresce discendendo di 0.° 875 per ogni 100 piedi (2). Ricorderò così quelle osservazioni del Magnus a Pitzpuhl a due miglia da Magdeburgo; quelle fatte sui pozzi di Dresda, di Grenelle, di Tolosa, della Rocella, di Russia; quelle dell' Innes ad Aberdeen; quelle del Girardin a Saint-Andre ed a Rouen; le quali tutte ci portano a riconoscere un aumento or più or meno grande di temperatura nella crosta consolidata della terra di mano in mano che si discende. E da ultimo menzionerò quelle che si riferiscono al pozzo forato di Jakouzk in Siberia, sopra tutto notevole per questo, che esso ne mostra colà la temperatura aumentare di 1° R. per ogni 15. metri di profondità. A lato alle quali possono porsi quelle indagini fatte dal Phillips in una miniera di carbon fossile, segnatamente notevoli per questo, che esse furono intraprese innanzi che i lavori di escavazione avessero po-

(1) Phil. mag. and Jour. of. Sc. n.° 27. t. 5. p. 237.

(2) L' Institut 2.° ann. p. 254.

tuto dar motivo a quelle circostanze che, come si è detto di sopra (§ 175), tengonsi da taluni siccome cagioni d'innalzamento di temperatura; come sono la respirazione de' canopi, lumi ec.; e quindi valgono a combattere le obiezioni di sopra discorse. Ed esse meritano doppiamente di essere avvertite, dappoichè il loro autore potè accertarsi che nel terreno in cui giace la miniera stessa nulla si scorge che possa portare a supporre la decomposizione delle piriti; a cui si è veduto voler taluno ascrivere il calore delle miniere. E qui occorre il dire che le osservazioni di questo fisico portano ad ammettere che la temperatura della massa terrestre aumenti di 1.° Fahr. per 59, 36 piedi discendendo (1).

181. Altro fatto in su di cui il Parrot fonda il suo ragionamento egli è quello di cui altri pure, e particolarmente il Cuvier, si valsero a tal uopo: i resti di alcuni animali rivenuti ne' climi gelati in istato di conservazione anche nelle parti più fragili. Alludendo io qui, più che alle considerazioni del Parrot, il quale si limita a conchiudere che alcune specie ora proprie de' climi adusti vissero un tempo nelle regioni boreali, a quelle d'altri geologi, e sopra tutto del Cuvier, che dalla conservazione delle pelli, carni e peli di quegli animali (2) volle dedurre l'istanteo cambiamento di temperatura ne' luoghi da essi abitati; osserverò primieramente che ciò può ascriversi a qualche circostanza locale, e che quindi non potrebbesene arguire una così fatta conseguenza. Se io preferisco riguardare questo fatto come un effetto di una circostanza locale, mi porta in tale sentenza il riflettere che un rapido cambiamento nella temperatura della terra tutta non potrebbe essere prodotto che da un istanteo cambiamento o nell'eccentricità o nell'inclinazione dell'eclittica, ec.; il che non conviene colla stabilità del nostro sistema; di che si avrà a ragionare qui appresso. Ed egli mi piace non poco il vedere come questa mia opinione sia quella pure anche di uno de' più illustri geologi viventi, il La Beche (3). Mentre egli crede doversi indubitatamente ammettere il generale abbassamento della temperatura della terra,

(1) Phil. mag. and. J. of Sc. Decemb. 1834. 3. ser. n. 30. p. 446.

(2) Revol. de la surf. du globe 3.ª edit. p. 16.

(3) Rech. sur la partie théor. de la Geol. p. 179.

conviene poi che si debbano supporre de' *cambiamenti di second' ordine*; ciò che al credere di lui vale a rendere ragione, e dell' elefante trovato sulle sponde della Lena, e del rinoceronte sulle rive del Wiluji, che avevano conservato le loro carni. Riguardando poi questo fatto in relazione all' esistenza del calor centrale, ha luogo il dire che, ammesso ancora tutto quanto si pretende dal Cuvier, ciò si restringerà a dare dell' esistenza di tali animali nelle regioni artiche una spiegazione diversa da quella che ci presta la teoria sul calore proprio della terra; ma non vale certamente ad abbattere le fondamenta che reggono la teoria predetta. Questa teoria, io dico, ci rende ragione, e plausibilmente, dell' esistenza in tempi remotissimi di animali propri de' climi caldi ne' paesi ora freddi e della loro scomparsa, poichè essa porta a credere che la terra avesse in quelle epoche una temperatura assai più elevata, la quale andò poi gradatamente scemando; lo che veramente accresce il numero delle probabilità che soccorrono una tale opinione; ma non è su di questo fatto ch' essa si regge. Per la qual cosa se l' istantaneo raffreddamento di alcune regioni può del pari assegnare la cagione di ciò, potrà dirsi al più che questo fatto, che presentano gli animali rinvenuti nelle regioni fredde, riceve una spiegazione egualmente plausibile e nell' uno e nell' altro modo. Ma ciò non varrà certamente a contraddire la teoria predetta; la quale posa sovra fatti e sopra argomenti che ne dimostrano la verità direttamente: come sono e le induzioni del La Place e del Fourier, e il calore successivamente crescente negli scavi di ogni maniera, e il calore proprio della terra superiore alla temperatura media dell' atmosfera, e le osservazioni sui vegetali e sugli animali de' diversi terreni. Un cotai fatto adunque è ben lungi dall' abbattere la teoria del calore centrale, perocchè in niun modo si oppone alle considerazioni che ne costituiscono il principale fondamento. Ed egli può ridursi all' obiezione medesima ciò che da taluno si è desunto dall' odore simile a quello che proviene dalle sostanze animali in istato di decomposizione, il quale si fa sentire in que' terreni che raccolgono delle ossa fossili nelle regioni predette; volendosi da ciò arguire essere stati gli animali a cui esse appartennero soprapresi da un improvviso raffreddamento; il quale cagionò la loro morte, ma impedì poi la spedita pu-

trefazione delle loro carni. Intorno a che dirò primieramente che questo in vero può essere accaduto per una qualche circostanza locale, senza togliere perciò che la temperatura della terra e particolarmente delle regioni polari siasi d'altronde lentamente abbassata. Fu quella opinione sostenuta specialmente dal Buckland. Intorno a che farò osservare che pari esalazioni e talvolta pericolose e pestilenziali si fanno sentire ne' terreni di alluvione de' contorni di Parigi; ciò che il Cuvier medesimo, il quale intorno all' istantaneo raffreddamento delle regioni polari concorda col Buckland, ne fa conoscere nella sua eccellente *Descrizione geologica* di quei dintorni pubblicata in unione col Brongniart (1); attribuendo eglino un tale sentore ai resti di corpi organici sepolti in que' terreni; nè certo a' luoghi da essi descritti può convenire quanto si dice di quelli delle regioni del nord. Appresso a che tornando in sul proposito dell' elefante rinvenuto in Siberia, mi gioverò di una considerazione del Brayley, da esso lui espressa appunto in un suo scritto ove egli prende ad esame l'opinione del predetto Buckland (2). Io dico dunque come l'essersi trovato l'elefante di Siberia ricoperto di peli e di lana, di che al contrario sono spoglie le due specie di questo genere che abitano le regioni calde, presti una valida analogia per credere che esso fosse atto a vivere in climi freddi. Ed egli porta il pregio che si ricordi non essere sfuggita una tale considerazione allo stesso Cuvier (3); perchè si vede prestare egli stesso il modo di escludere quella sua conchiusione, non dubitando egli di asserire essere questa una specie da lungo tempo scomparsa.

182. Riprendendo ora a ragionare delle opposizioni del Parrot, dirò da ultimo di quella in che egli specialmente si fonda. Le osservazioni del Lenz sulla temperatura de' mari, prese ad assai diverse latitudini e longitudini ed a varie profondità, mostrando com' essa temperatura vada, dic' egli, costantemente scemando dall' alto al basso, si avvisa da lui ch' esse si oppongano direttamente alla supposizione del calore centrale; imperocchè le acque in tal caso dovrebbero nelle parti più basse partecipare di un tale calore. Ove però io male

(1) p. 66.

(2) Phil. mag. and Ann. of phil. n.º 54. p. 411.

(3) Rech. sur les oss. foss. t. 2.

non mi apponga, sembra a me essersi egli illuso, e similmente illudevasi già il Saussure (1), riferendo alla superficie de' mari ciò che dee dirsi soltanto della superficie della massa solida della terra, sia essa quella che forma il continente, ovvero sia quella che costituisce il fondo de' mari. E in vero, a ben considerare il suo ragionamento, si vorrebbe da lui che quell'aumento di temperatura che si osserva nella massa terrestre a partire dalla superficie del suolo, si ripetesse partendo dalla superficie de' mari e de' laghi, o che almeno se ne vedesse quell'effetto che è compatibile colla mobilità delle acque istesse. Al contrario però debbesi partir sempre dalla superficie consolidata, trovisi questa a nudo ovvero sovrasti ad essa una massa qualunque di acqua; nell'un caso e nell'altro dovendo la temperatura essere quale precisamente si conviene alla parte più esterna del nostro pianeta, indipendentemente dalle circostanze predette. In fatti quand'anche si voglia tener conto delle depressioni del suolo che formano il bacino dei mari, lo che veramente dovrebbe trascurarsi per la sua picciolezza (*d*), avuto riguardo alla massa terrestre, è a credersi che nel consolidarsi la sua crosta esterna, fatta qui astrazione dei sollevamenti delle montagne, degl'avvallamenti e dislocamenti accaduti poscia alla sua superficie, questa abbia secondato tali depressioni, come avrà fatto riguardo ai grandi rilievi; per es. il grande altipiano del Messico; per la qual cosa la massa interna che si trova tuttavia in istato di fusione, senza tener conto delle piccole irregolarità del suolo, tanto sarà distante dalla superficie de' terreni continentali, quanto da quella che forma il fondo de' mari (*e*). Se una di quelle grandi valli; per esempio, quelle del Rodano o del Danubio, ovvero uno di que' bacini, tanto frequenti nelle Alpi, venissero ad essere innondati e si cangiassero in laghi, come forse taluni di questi ultimi furono un giorno, le loro acque non parteciperebbero del calor centrale più delle acque de' fiumi. E ciò che la ragione porta a credere di questi supposti laghi, dovrà dirsi a pari dritto de' mari e de' laghi realmente esistenti; la qual cosa riuscirebbe meglio evidente ancora, ove si seguisse l'opinione di que' geologi che, ammettendo i grandi cataclismi del globo,

(1) Voy. aux Alpes § 1394. et s.

suppongono che l'oceano cuopra l'antico continente. Nè certo può oppormisi che l'acqua soprapposta impedisca quel raffreddamento superficiale della terra che procede dall'irradiazione; chè anzi l'evaporazione cospirerà all'effetto, e la seconderanno la conducibilità dell'acqua e le correnti ascendenti e discendenti che debbono incessantemente avere effetto in seguito del freddarsi dell'acqua alla superficie, rendendosi perciò specificamente più grave. Le quali cose sarebbero, per quanto a me pare, di per sé bastevoli ad escludere la sentenza del fisico predetto, seguita pure dal Tappan; che del pari si fonda sulla temperatura del mare a grandi profondità (1). Ma ciò che sopra tutto vale a mostrare l'insussistenza di queste obiezioni intorno al calore centrale, si è il potere addurre alcuni fatti, i quali sono in opposizione con quelli in su de' quali si reggono le obiezioni medesime. Ai poli l'acqua del mare a 700 braccia di profondità conserva una temperatura di 2 o 3 gradi, mentre alla superficie, nella stagione calda, essa non ascende colà mai sopra lo zero; di che si debbe un'analogia osservazione al Dott. Irwing (2). Nè di ciò può accagionarsi il maximum di densità dell'acqua al di sopra della congelazione, poichè ciò non si verifica nell'acqua del mare, siccome ha osservato l'Herman figlio (3). Per la qual cosa il Pouillet, studiandosi di dare una spiegazione di ciò, fra le altre supposizioni si rivolge a questa, che quelle acque traggano il loro calore dal fondo del loro letto (3). Oltre di che il La Beche ne assicura riconoscersi « in molti luoghi ad alte latitudini « un aumento di temperatura de'mari a norma della loro profondità; ciò che non si concilierebbe colla distribuzione dell'acqua secondo la sua gravità specifica. Può ammettersi, « continua egli, che quest'aumento di temperatura che s'interpone a modificare gli effetti della densità, si debba al calore « del fondo del mare, il quale, comechè esso produca un effetto « sensibile sopra le acque che si avvicinano, al pari di quelle « delle alte latitudini, al loro maximum di densità, non è « percettibile ne' climi caldi (4). » Per lo che si vede che i

(1) Bull. Un. sc. nat. avril. 1829. p. 18.

(2) D' Aubuisson, Tr. de Geog. t. 1. p. 451.

(3) Élém. de Phys. t. 2. p. 691.

(4) La Beche, Rech. sur la partie théor. de la Geol. p. 18.

fatti a cui affidavasi il Parrot vengono contraddetti da altre osservazioni; sì che la sua opinione manca in ciò affatto di fondamento. Oltre di che sanamente ci fa osservare, conformemente a quanto si disse qui sopra, lo stesso La Beche (l. c.), « che l'acqua de' mari e de' laghi si distribuisce secondo la « sua gravità specifica, » e che « la temperatura di quest'acqua « quindi non prova nulla, generalmente parlando, nè a favore « nè contro la teoria del calor centrale. » Similmente possono ricordarsi le osservazioni dell'Ellis; il quale dice di essersi assicurato che ne' mari d'Africa la temperatura diminuisce fino a 1200 metri, dopo di che essa s'innalza di nuovo; senza tacere però che nulla di questo ci vien detto nel riferire le osservazioni fatte a bordo della *Bonite* e dell'*Astrolabe*. Intorno a che sarebbe superfluo il trattenersi più a lungo, dappoichè il prof. Bischoff, nel suo eccellente scritto *Intorno alla cagione della temperatura delle sorgenti termali* (1) ha preso a combattere e con ragioni tanto plausibili una tale opinione, facendo conoscere come veramente le acque de' mari e de' laghi risentano l'influenza della temperatura de' loro fondi. Nè tacerò che, se mi è grato il dirsi da lui che le obbiezioni del Parrot vennero escluse affatto dal ch. signor prof. Klöden, uno di quelli che mi pregio di aver avuto a mio onorevole collega nella prima Riunione italiana; ciò che mi presentò l'occasione di conoscere da vicino un sì illustre e gentile osservatore di cose naturali; mi è grave poi non potermi giovar qui delle sue osservazioni, non conoscendo io lo scritto nel quale egli si fece a discorrere un tale argomento.

183. Eccoci alle considerazioni dell'Herschel; per le quali egli crede che le variazioni di temperatura evidentemente accadute sulla faccia della terra possano riferirsi ad altra causa che alla sua originaria fusione e successivo raffreddamento. Pone egli come teorema: « Che la media annua del calore e della « luce che la terra riceve dal sole è in ragione inversa dell'« l'asse minore dell'elisse che quella descrive a diverse epo-
« che. » Dopo di che, valendomi delle parole con che si rende conto di questa sua opinione nel *Philosophical Magazine and*

(1) Edinb. new Phil. Jour. t. 20. p. 329; t. 23. p. 330; t. 24. p. 132. 252.

Annals of Philosophy (1), si conchiude: » Poichè l'orbita « della terra, e attualmente e da secoli al di là delle epoche « storiche, va divenendo meno ellittica, sì che l'asse mino- « re si aumenta, ue conseguita che la media temperatura « della sua superficie è sul decrescere. » E passando poscia dall'esame del calore medio a quello degli estremi di temperatura « egli mostra che per ragione della precessione degl'equi- « nozi ed insieme pel cambiamento dell'apogeo dell'or- « bita della terra, i due emisferi verrebbero ad essere alter- « nativamente situati in climi di una natura totalmente opposta: « l'uno avvicinandosi ad una perpetua primavera, l'altro alle « estreme vicissitudini di una state bruciante e di un verno ri- « goroso; onde risulterebbero de'periodi abbastanza lunghi da « imprimere un carattere corrispondente alle produzioni vege- « tali, e fors' anche agl'animali degli emisferi predetti. » In- torno a che mi limiterò ad accennare brevi cose. Avvertirò primieramente convenire a questa ipotesi dell'Herschel ciò che si disse pure a proposito delle deduzioni del Parrot: cioè che in tal guisa si dà semplicemente spiegazione di uno de' fenomeni che spiegansi del pari colla teoria del fuoco centrale, senza contraddire però in verun modo alle basi di questa. Sta però contro a quanto si asserisce dall'Herschel ciò che si sa intorno a' limiti ristrettissimi entro a' quali è circoscritta l'eccentricità della terra; benchè egli si studi di evitare questo scoglio, ed asserisca non potersi riferire alla terra ciò che dal Laplace fu dimostrato riguardo a' pianeti in generale. La quale ristrettezza di limiti applicabile anche alla terra, e la stabilità del sistema solare, fu eziandio per altra via dimostrata dal Lubbock (2). Egli è vero però che la dimostrazione di quest'ultimo si regge sul supposto che i pianeti si muovano in uno spazio il quale non presenti alcuna resistenza. Per la qual cosa potrebbesi forse recare in mezzo l'etere, che si suppone occupare tutti gli spazi dell'universo. Ma egli giova altresì osservare che la rarità di questo fluido, quale essa ci viene mostrata dai fenomeni della luce, è tale che, come si disse di sopra, esso non presenta alcuna sensibile resistenza.

(1) N.º 50. p. 136.

(2) Phil. mag. and Ann. of Phil. n.º 50. p. 99.

184. Merita in fine che si faccia parola di ciò che si legge in un articolo *Sui progressi della scienza geologica* (1). Lasciando a parte e quanto ivi si dice riguardo alla freddura delle terre polari, il che si accennava di sopra, e ciò che si vuol dedurre dalla temperatura de' mari, anche di questo essendosi detto abbastanza; tiene l'autore di quello scritto che la temperatura delle miniere, sempre crescente a norma della profondità degli scavi, abbia ad ascriversi alla condensazione delle correnti di aria che si fa circolare in esse. Lo che fu già mostrato insussistente dal Cordier (2), avendo egli fatto conoscere che una tale circostanza potrebbe al più innalzare la temperatura di 5 o 6 decimi di grado, mentre l'aria stessa che s'introduce vale poi di molto per altre circostanze a diminuire la temperatura delle miniere; osservando inoltre che « la temperatura media della *massa d'aria* che nel corso « di un anno s'introduce in una miniera è senza dubbio inferiore alla temperatura media dell'aria esterna del luogo « medesimo nello stesso spazio di tempo »; ciò che meritava di essere notato. E più recentemente ancora venne questo dimostrato dal Fox mercè di osservazioni dirette, istituite a tale effetto sulle miniere di Dolcoath, di Poldice e di Ting-tang. Per le quali egli ha potuto convincersi che l'aria circola in esse liberamente mediante i pozzi destinati alla loro ventilazione, la qual cosa, come si vede, esclude ogni idea di condensazione; che l'aria che discende ne' pozzi medesimi è sempre d'alquanti gradi inferiore a quella che ascende. In fine dic' egli: « L'inferiore gravità specifica dell'aria riscaldata è « in fatti la causa della sua ascesa, e conseguentemente della « discesa della fredda somministrata dall'atmosfera ad una « più bassa temperatura; tal che si rende chiaro che l'aria « che circola nelle miniere tende a diminuire anzi che ad « aumentare la loro temperatura (3). »

185. Se io ho seguito la teoria del calor centrale, non perciò mi credo in diritto di disprezzare quelle dottrine perchè altri, e segnatamente il Poisson, furono condotti ad una op-

(1) Edinb. Review n. 103. p. 49.

(2) L. c. p. 65.

(3) Phil. mag. and. Ann. of Phil. n. 50. p. 94.

posta sentenza. Non l'amore per la mia opinione, non perchè la teoria del calor centrale sia quella che meglio di ogni altra si trova conforme a' miei principii; ma l'intima convinzione portavami a ciò. E in vero, ammessa ancora la opposta dottrina, non perciò si hanno minori ragioni per credere che almeno nelle parti meno profonde abbiano ad ammettersi cause valevoli a promuovere alcuni movimenti molecolari nelle rocce. Io preferii questa teoria siccome quella che, a mio credere, meglio si conforma co' fenomeni geologici e geognostici, con quanto ci presentano gli esseri organici che si trovano sepolti nel suolo; e quindi con quanto si ha a credere di varie specie di animali e di piante, che alle diverse epoche popolarono la superficie della terra; quella che trova una forte analogia in que' corpi siderei che, al credere dell' Herschel e d'altri vanno addensandosi, oltre ad altre considerazioni. E così dirò che non sempre le cose offrono a' matematici elementi precisi in su di cui istituire i loro computi; lo che forse è ciò perchè illustri matematici, comchè essi adopriano argomenti certo irrefragabili, spesso si vedono pervenire ad opposte conclusioni; ciò che può dirsi in particolare della teoria del calore originario della terra e del suo raffreddamento. E in vero, se il Poisson fu tratto da' suoi calcoli a negarlo, il Libri, nome illustre non meno fra' matematici, come abbiamo veduto; seppe riuscire ad opposta sentenza, concordando l'analisi e l'osservazione insieme. E se io non mi do a seguire i principii del Poisson, mi scusa, lo credo almeno, e mi toglie al pericolo di incorrere nella taccia di troppo orgoglioso, la nota che l'illustre segretario della R. Accademia delle Scienze di Parigi, l' Arago, pone in fronte ad uno degli scritti con che quegli si fece a sostenere la contraria sentenza.

186. Escluso così, se pure io mal non avvisi, tutto quanto fu addotto contro alla teoria del calore centrale ed ai fatti comprovanti lo stato di fusione in che si trova la parte più interna del nostro pianeta; il continuo e progressivo consolidamento di questo, e quindi il suo raffreddamento (quando questo si consideri nella sua intera massa), di che in principio di questo capitolo si tenne proposito, è ciò che del pari si troverà dimostrato, siccome quello che necessariamente conseguiva dalla condizione predetta. E così se si ponga mente al

calore immenso da cui debbono essere comprese quelle parti che, giusta le cose premesse, esistono tuttavia in istato di liquefazione, e si consideri nel nostro pianeta un corpo il quale va gradatamente perdendo la sua fluidità ignea, essendosi soltanto consolidato alla sua superficie; uiuna maraviglia recherà il supporre che nella sua massa si operino continui mutamenti, siccome non ci sorprende il vedere che altrettanto accada in quelle lave che, consolidate da vari anni, conservano tuttora nelle parti più interne un qualche grado di calore, certo non paragonabile a quello del nucleo della terra. E se il Boué (1) nella sua teoria geologica attribui a questa causa alcune alterazioni delle rocce riferendole egli alle prime epoche della terra, altrettanto, comechè in grado assai minore, io credo che possa pensarsi quanto allo stato attuale della medesima. E questo è ciò che mostrano le cose che sono per dire.

187. Riserbandomi però a favellare in uno de' seguenti capitoli di que' mutamenti che accadono perciò nella natura delle masse minerali, mi limiterò qui a'soli cambiamenti che si veggono essere avvenuti e che tutt'ora si operano nella forma della terra stessa. Intorno a che dirò innanzi a tutto come questo presti il modo di porre d'accordo fra loro le predette osservazioni del Laplace e d'altri sull'originaria fluidità della terra, perchè essa ebbe a prendere consolidandosi la forma conveniente ad un solido di rivoluzione, e le osservazioni geodetiche, seguatamente quelle de' signori Delambre e Mechain; le quali, facendo conoscere che la curvatura de' meridiani non è eguale e non corrisponde ne' due emisferi, portarono il Sigorne ad argomentare l'originaria solidità della terra. In fatti se si supponga che nella massa della terra, anche dopo di aver essa acquistata una solidità tale che il moto di rotazione non poteva aver più veruna influenza sulla sua figura, siensi operati de' movimenti considerevoli, sarà facile a concepirsi come alcuni de' suoi archi meridiani abbiano sofferto una alterazione nella loro figura. E che a ciò abbiano contribuito que' sollevamenti che diedero origine alle grandi montagne, ed in generale que' sollevamenti e quegli abbassamenti di cui sono per far parola, che ebbero effetto alla superficie della terra e che

(1) Ann. sc. nat. t. 2. p. 417.

tuttora continuano; e non che questo que' spostamenti e dislocamenti degli strati della terra; fatti tutti consentiti ora dai geologi i meglio considerati, è ciò di che non occorre che qui si adducano altre prove, siccome cosa di per sè abbastanza evidente.

188. Che un movimento tale da alterare in qualche modo la forma della superficie della terra riesca veramente ad effetto nella sua massa, è ciò che rilevasi direttamente da que' cambiamenti di livello che vanno operandosi in alcuni terreni; in su di che è mestieri che io mi trattenga alcun poco, siccome cosa che uno de' più illustri sapienti dell'età nostra, il Cuvier, volle revocare in forse, accennando qui in iscorcio quanto da me si dice nel mio *Discorso intorno al sollevamento ed avvallamento di alcuni terreni*. Ciascuno sa che il Celsio ed il Linneo, prendendo a considerare quell'opinione già invalsa fra gli abitanti delle coste del Baltico, che esse vadano progressivamente innalzandosi, e volendo chiarire un cotal punto di fisica terrestre, segnarono sugli scogli, che essi credevano innalzarsi, alcune linee indicanti il livello di quel mare istesso. Con che essi pervennero a convalidare un tale sollevamento; il che anche più recentemente fu confermato dalle osservazioni de' De Buch, Bruncrona, Hallström, Johnston, Lyell, Keilhau ec. Nè a quella sola regione si limita un tale sollevamento del terreno, osservandosi altrettanto sulle coste della contea di Norfolk, della Fiandra, del Belgio, al Chili, in alcune isole dell'Egeo. E tali osservazioni, alcune delle quali ripetute dall'Accademia di Svezia e dal Ministero della Marina di Russia, sono sì conformi tra loro, che il dubitare del sollevamento de' paesi or ora menzionati non sarebbe più permesso. Intorno a che conviene che si noti cotali sollevamenti de' terreni talora operarsi lentamente e progressivamente, ed altre volte avere effetto istantaneamente in seguito di tremuoti o d'accensioni vulcaniche.

189. La superficie del globo, che in alcuni luoghi va elevandosi, in altri va soggetta ad un progressivo avvallamento. Di questo ne fanno fede le osservazioni del Manfredi sulle chiese di Ravenna, del Bianchi sulle vie di Rimini, quanto ne presenta Venezia, i molti fatti relativi alla Dalmazia riferiti dal Fortis, le foreste sottomarine che si veggono su molti

punti della costa occidentale dell' isola della Gran Bretagna, le irruzioni del mare a Saint-Jean-de-Luz, a Dollaert, ed in altri luoghi sulle coste della Fiandra, della Zelanda, della Frisia. Che il suolo si sia abbassato sulle coste della Francia bagnate dal Mediterraneo e dall' Oceano rilevasi dall' esame di quelle coste medesime; le quali in molti luoghi fanno vedere degli edifici che al presente sono sommersi dalle acque del mare; il che del pari si osserva alle isole di Capri, d' Elba, di Malta, sul litorale d' Italia. Al quale proposito vale sopra tutto la città di Conca interamente sommersa dal mare. Il mare invase non meno in alcuni punti le rive del continente Americano, al Messico, al Brasile, all'imboccatura del Delaware. L' isola di Ceylan, Calicut mostrano altrettanto. Tra i paesi i quali soggiacquero ad un reale abbassamento debbe segnatamente menzionarsi quanto fu dapprima notato dall' Arctander ed ultimamente confermato dal Pingel rispetto alla costa occidentale della Groenlandia; ove si veggono alcuni edifici al presente ricoperti dalle acque di quel mare. Tutte le quali variazioni che nel limite delle epoche storiche ed anche ne' tempi a noi vicini accaddero nella superficie della terra, non possono ammettersi senza ammettere a un tempo un movimento in tutta la massa consolidata della terra.

190. È mestieri però che qui si faccia brevemente parola di alcune opinioni; per le quali si cercò di dare a questi fatti una tutt' altra spiegazione, anzi che ammettere che il suolo siasi ove innalzato ove depresso. Lasciando pertanto di favellare di quella sentenza che alcuni antichi fisici seguirono sulla progressiva diminuzione delle acque del mare, lo che non potrebbe conciliarsi con quanto presentano alcune coste, alcuni antichi e celebri porti, ove si vede che il livello del mare si è serbato costante da venti e più secoli addietro; ipotesi perciò al presente affatto abbandonata; merita bensì che si accennino quelle teorie proposte da alcuni moderni investigatori di cose naturali. Avvisarono alcuni che il mare si avvanzi da un lato di quanto si ritira dall' altro; il che però si vide controdetto da non pochi fatti di mano in mano che le osservazioni andarono moltiplicandosi. Ciò in fatti si avvera certo nel nostro mare, perchè su ambe le sue sponde, su quella dell' Italia e su quella della Dalmazia, prescindendosi da ciò che procede dai parziali

interrimenti, esso tende ad occupare nuovo terreno, e ciò in forza dell'avvallamento delle sponde medesime. Una tale opinione viene non meno contraddetta dall'osservarsi che su di alcune coste, siccome è quella che fronteggia l'Olanda, il Belgio, la Frisia e la Zelanda, anzi che accadere che il mare su tutta l'estensione delle coste medesime si ritiri o si avvanzi, in alcuni punti si è portato ad occupare il litorale, in altri se ne è allontanato. Fu pure opinione di alcuni fisici che colmandosi il bacino de' mari pe' materiali che portano seco le acque de' fiumi, ciò faccia che le acque vengano ad elevarsi sempre più. Il che se pure valesse a rendere ragione di que' fatti che addimostrano l'abbassamento di alcune coste, siccome sono a cagione di esempio, quelle dell'Adriatico or ora ricordate, si troverebbe poi in opposizione con quanto si osserva sulle coste del Baltico; ove il mare, elevandosi il terreno, sembra farsi più basso. Lo abbassamento di quest'ultimo mare diede anch'esso occasione a due altre ipotesi. L'una di queste si riduce a supporre che le sue acque vadano scemando, il che fu già dal De Buch fatto vedere insussistente, imperocchè un abbassamento corrispondente non si osserva ne' mari contigui; e quindi a tale credenza si oppone assolutamente l'equilibrio dell'acque. Onde spiegare l'innalzamento delle sponde del Baltico immaginosi che le acque del mare tendano a portarsi progressivamente verso le regioni equatoriali; opinione anch'essa, del pari delle altre, contraddetta dai fatti; imperciocchè, come si è detto, nelle regioni le più settentrionali, quali sono le coste della Groenlandia, si rinvencono alcune prove dell'innalzamento delle acque del mare rispetto ai continenti che esso bagna. Dalle quali cose è forza conchiudere che veramente i terreni vadano localmente o innalzandosi o deprimendosi, anzi che supporre che alcuna reale variazione, sì generale che parziale, abbia effetto nel livello de' mari. S'egli è uaturale, osserva assai giustamente il Playfair, che nel vedere cangiarsi il livello relativo de' mari e delle coste, noi siamo portati ad ascrivere un tale effetto a variazione di livello di quel fluido che noi vediamo cangiare di elevazione due volte il dì; in questo nostro raziocinio però noi siamo guidati, anzi che dalla ragione, dalla immaginazione nostra; imperocchè « per abbassare ed innalzare il livello assoluto del mare di una data

« quantità in un luogo qualunque , conviene fare altrettanto
 « rispetto a tutti gli altri punti della terra ; ciò che non oc-
 « core che si faccia supponendo che l'innalzamento o depres-
 « sione accada nella terra ferma. »

191. Che quella forza che diede cagione al sollevamento delle montagne, secondo l'ipotesi del Beaumont, fattasi ora meno energica, possa al presente operare que'lenti e progressivi abbassamenti e sollevamenti di alcuni terreni, è ciò che si troverà, per quanto io avviso, facile a credersi; ed è quanto io mi adoperai addimostrare nella mia nota su tale argomento presentata alla prima Riunione degli Scienziati Italiani (1). S'egli avvenga anzi che una tale ipotesi, al certo più d'ogni altra conforme alla ragione, venga confermata dalla osservazione, essa certo ne presterà una valevolissima analogia onde assegnare la causa de' fenomeni che al presente ci offrono alcuni terreni. Ed egli si noterà certo esistere una cotale analogia fra que'movimenti di altalena da essolui immaginati onde spiegare l'innalzamento delle montagne e di alcuni tratti di paese, e quanto al presente rilevasi specialmente nella Svezia; la quale si vede essersi assai più elevata verso le sue parti settentrionali. Similmente se si ammettano i principii da me di sopra espressi, ove si è fatto parola della condizione attuale del nostro pianeta, il quale conserva ancora parte della sua originaria fluidità, sarà facile a concepirsi che questo sia quanto occorre per fare che la superficie della terra abbia potuto alterarsi; il che a norma del maggiore o minore consolidamento avrà fatto che gli effetti siano or lenti e quasi insensibili, ora rapidi e notevolissimi. E mi mette animo non poco il vedere in ciò conforme alla mia l'opinione del Beaumont istesso, ascrivendosi da lui il sollevamento delle montagne ad un movimento intestino nella massa terrestre, ed opinando egli che questa causa non sia per anco totalmente esaurita.

192. Innanzi di dar termine a questo capitolo sarà opportuno, io credo, riferire altro fatto, il quale, comechè non ne soccorra di una prova diretta a validare quanto qui si vuol dimostrare, presta però ragioni non ispregievoli per presumere almeno essersi operato un notabile mutamento nella massa ter-

(1) Atti della medesima p. 73.

restre. Ricordando qui tutto quanto a suo luogo si disse (§ 92.) intorno all'etiologia de' fenomeni del magnetismo, e quanto si sa della dipendenza di questi fenomeni dalle correnti elettriche che hanno luogo nella massa della terra; e conoscendosi di più essi fenomeni soffrire, oltre le variazioni diurne ed annue, ed oltre le variazioni cui vanno continuamente soggette la inclinazione, la declinazione e per fino forse l'intensità del magnetismo in ciascuna parte della superficie terrestre, altri mutamenti che comprendono un periodo assai più lungo, e che perciò possono dirsi secolari; pe' quali i poli magnetici vanno lentamente spostandosi (1); ammessa la teoria predetta intorno alle correnti, le quali danno cagione ai fenomeni stessi; conviene pur che si creda essersi nella massa terrestre prodotti taluni e considerevoli cambiamenti, e quali si richiedono perchè le correnti stesse abbiano dovuto sensibilmente deviare dal primiero loro andamento. Nè di ciò potrebbe accagionarsi il variare della posizione relativa della terra e del sole fra loro, nè l'aumentare talora e talora diminuire della inclinazione dell'eclittica, nè la precessione degli equinozi; il che mi sembra chiaro, conciossiachè le variazioni che presentano gli aghi ed il prementovato spostarsi de' poli anderebbero pari passo co' mutamenti astronomici; il che non si osserva.

193. Ed a questi argomenti tratti dall'osservazione, i quali convincono nella massa terrestre operarsi continui e progressivi cambiamenti ed incessanti alterazioni, mi sia permesso aggiugnerne uno desunto dall'analogia e dalla condizione degli altri pianeti. Non tornerò qui a quel sistema d'incandescenza generale de' corpi siderei, immaginato già dal Buffon; pel quale egli suppose tutti i pianeti, constando essi in origine di masse fuse, essersi consolidati poscia alla loro superficie, rimanendo in istato di liquefazione nelle parti interne. Della quale opinione sua avvisava egli scorgersi una pruova in que' cambiamenti che il Bailly indicava osservarsi nella massa di Giove; mentre la luna di una massa tanto minore, avendo avuto perciò il tempo di raffreddarsi, non presentava, al dire di

(1) Bib. Univ. S. et A. t. 32. p. 161. 241.; Phil. mag. and Jour. of sc. t. 3. p. 447.

lui, che una calma perfetta alla sua superficie; il perchè la terra di una massa intermedia doveva presentare effetti del pari intermedi. Non tornerò io dico a così fatta opinione, o dirò piuttosto, di questa teoria improntata del genio del suo inventore e validata in gran parte dalle posteriori osservazioni non farò io sostegno alla sentenza mia, conciossiachè la scienza ora ci soccorre di argomenti, a cui meglio che ad ogni altra cosa gioverà far ricorso. Egli quindi può dirsi che, se il Buffon conchiudeva dovere la massa della terra soggiacere a taluni cambiamenti, e ciò soltanto dalla considerazione della sua massa maggiore di quella della luna, che egli supponeva trovarsi in uno stato di perfetta calma; con tanto maggior fondamento potremo noi riuscire alla conclusione medesima, sapendosi al presente eh' essa va sottoposta a notevoli alterazioni; abbenchè, come si è già veduto avere avvertito il Buffon, per la sua massa di tanto minore, debba credersi ch'essa abbia avuto il tempo di raffreddarsi, o più esattamente diremo abbia ad arguirsi più inoltrato in essa il raffreddamento (g). Che in questo satellite della terra accadano delle variazioni potevano farlo credere le osservazioni del Ward e del Bailly; i quali nel dì 4 di maggio del 1821 videro *Aristarchus* sotto l'aspetto di un punto luminoso con luce bianca, e non più di color rosso, come apparve all' Evelio. Più di questo però varrebbero le osservazioni dell' Herschel; da cui tenevasi nella superficie lunare scorgersi certi indizi di vulcani ardenti; e se lo Schroeter non giungeva a confermare una tale osservazione, egli stesso però ebbe a rilevare talune alterazioni avvenire sulla superficie lunare. In fine che nella massa lunare, come in tutte le masse planetarie e forse in tutti i corpi siderei accadano continui mutamenti è l'opinione di molti. Così il Boubée in una delle sue lezioni di Geologia pone questa legge: « Qualunque
 « massa fusa sottoposta ad un lento raffreddamento seguerà i pro-
 « gressi del consolidamento per mezzo di scosse interne, di
 « vive eruzioni, di rigonfiamenti della sua superficie, notevoli
 « più quanto maggiormente il raffreddamento si accosterà al
 « suo termine. » Nè egli lascia di dire che negli altri corpi planetari (oltre la terra, cui allude colle parole predette), Luna, Venere, Marte, Giove ec., si veggono segni non equi-

voci di fenomeni vulcanici e di sollevamenti (1). E volendo portare anche più oltre sì fatte conghietture, potrà dirsi che, s'egli è vero, come credeva l'Herschel, in ciò seguito dal Laplace, che i principii delle nebulose vadano addensandosi per prendere gradatamente la forma di stelle, ciò porterebbe a presumere che in tutti i corpi siderei, e nella terra non meno, esista tuttora una pari tendenza a prendere una densità maggiore; e ciò per quelle leggi invariabili che sono comuni a tutti i corpi dell'universo. E così potrebbe avere luogo il dire che, se nuove stelle hanno fatto di tanto in tanto comparsa fra' corpi celesti, ed altre si sono dileguate, questo pure si unirebbe a provare che uno stato d'immutabilità sia tutt'altro che la condizione propria degli astri in generale (h). E qui dirò innanimirmi non poco il vedere che il Cordier nel conchiudere quel suo scritto ripetute volte da me citato in questo capitolo, favellando de' rimutamenti che si operano tanto internamente che all'esterno nella massa terrestre, per una deduzione quasi che io dica inversa, sia portato a considerare un tale principio applicabile a tutti i corpi celesti; ed ivi rammenti quel principio d'*instabilità universale*, annunziato già dal Newton, ed altre tali cose al tutto conformi al creder mio. Ma anche per altra via dalla considerazione della costituzione e densità de' pianeti che formano il nostro sistema, possono desumersi assai validi argomenti a pro della teoria del calore centrale e di tutto quanto mi sono in questo capitolo adoperato a dimostrare intorno ai mutamenti che debbono necessariamente intervenire nella massa della terra. Portandoci questo ad ammettere in essi una forza, la quale compensi gli effetti della gravità, ciò che si ha tutta la ragione di ascrivere al calore, ciascuno comprende costituire questo una prova della fusione interna del pianeta che noi abitiamo. In vero senza di ciò non sapremmo dar conto della picciolissima densità di Saturno; ed altrettanto con tutto fondamento potrebbe dirsi di Giove e del Sole; lo che in vero costituirebbe una notevole analogia riguardo alla terra. Ma non la sola analogia, se anzi questo si argomenta non meno direttamente dalla densità sua, non essendo essa che doppia all'incirca di quella della sua

(1) *Eco du monde sav.* 1838. p. 210.

crosta esterna (alla quale si ascrive una densità di forse 2, 6). Il che in vero non sarebbe conciliabile coll'esistenza di un nocciolo costituito dagli ossidi stessi che compongono la crosta predetta, e molto meno supponendolo formato di sostanze puramente metalliche, condensati verso il centro dalla pressione che risulta dal peso universale; quando non si ammetta che le parti centrali sieno dotate di una temperatura elevatissima, e tale da bilanciare, come si è detto, gli effetti della gravitazione.

Erano necessarie queste considerazioni sullo stato originario e sullo stato attuale della terra affine di far conoscere che sotto qualunque aspetto si consideri la sua costituzione, conviene ad ogni modo che si ammetta in essa un reale movimento di parti, anzi che quello stato di perfetto e finale riposo, e quella inerzia che tanto si affaticano a dimostrare alcuni troppo attaccati ai principii dell' antica fisica.



NOTE AL CAPITOLO XII.

(a) Quantunque, come si vede, questa opinione del Laplace sulla fusione delle parti interne della terra, da esso lui, non che dal Fourier con tanta evidenza dimostrata, giovandosi egli al tempo stesso dell'analisi e dell'esperienza, sì che il primo di essi col soccorso del pendolo valse a conoscere l'interna struttura della terra fino al suo centro; quantunque, io dico, questa opinione venga in appoggio de' miei principii; quanto alle acque termali, comechè essa possa assai verisimilmente coovenire a tali sorgenti in generale, l'amore del vero mi porta ad esporre alcuni dubbi intorno all'origine del calore di quelle acque la cui temperatura è assai elevata; perciocchè, secondo una tale supposizione, saremmo portati a supporre la loro sorgente ad una profondità troppo grande. Il che, a cagione di esempio, può convenire a quelle sorgenti che si trovano a Mariara nella Cordigliera, la più calda delle quali giunge fino a 64° cent.; grado di calore il quale, supposto ancora che colà la temperatura, come a Decise (Cordier), aumentasse di 1° per ogni 15 metri, corrisponderebbe ad una notevole profondità; della quale l'acqua avrebbe poi ad innalzarsi fino a 476 metri sopra il livello del mare (Ann. des min. t. 9. p. 364). E tanto più una tale riflessione avrebbe luogo quanto alla sorgente di *Las Trincheras*, parimente nelle Andì, che l'Humboldt asserisce essere dotata di un calore di 90° $\frac{1}{4}$ cent. A mio credere adunque, sebbene si ammetta col Laplace che la temperatura delle acque termali si debba in genere ascrivere al calore proprio della terra; in alcuni casi, e segnatamente se si tratti delle più calde, sembra doversi supporre il concorso d'alcune circostanze locali; siccome propendono a credere anche il Pouillet (Élém. de Phys. t. 2. p. 674.) ed il Berzelius (Trait. de chim. t. 1. p. 444.), quest'ultimo ricorrendo agli antichi vulcani. E questa mia opinione viene ora convalidata da ciò che fa osservare il Boussingault in una sua memoria letta alla R. Accademia delle scienze di Parigi il dì 18. di marzo 1833: cioè che quelle sorgenti hanno in quest'ultimi anni provato un notevole aumento nella loro temperatura. Quelle di Mariara, il cui calore fu dall'Humboldt nel 1800 determinato a 59° $\frac{1}{3}$, nel 1823 dal Boussingault medesimo e dal Rivero si trovarono godere di una temperatura di 64° . Così le acque di *Las Trincheras* nel 1800 indicavano li 90° (o forse più giustamente 90° $\frac{1}{4}$), e 23 anni dopo furono dai due predetti fisici rinvenute io uno de' serbatoi a 92° $\frac{1}{2}$, ed in altro a 97° cent. Ora egli è da avvertirsi, siccome fa il Boussingault istesso, che in questo intervallo, cioè nel dì 26 marzo 1812, accadde il tremuoto di Venezuela, e che ciò forse diede cagione a quest'aumento di temperatura; lo che d'altronde non sarebbe conciliabile col progressivo quantunque lievissimo raffreddamento e consolidamento della terra, se la temperatura delle sorgenti medesime dipendesse dal calore centrale (Edinb. new Philos. Journ. t. 15. n.º 29. p. 151). Occorre il dire però che il Bischof (Edinb. n. Phil. Jour. t. 20 n.º 40. p. 343) assai sensatamente vuol reodere ragione de' combiamenti di tem-

peratura che avvengono nelle acque termali dopo i tremuoti, supponendo egli che, talora aprendosi tal'altra chiudendosi le fenditure o vie di cotali sorgenti, queste si rendano ora più profonde ora meno. Il perchè nel primo caso possono esse acquistare una più elevata temperatura, nell'altro farsi meno calde. Egli stesso però tiene che le acque bollenti debbano la loro temperatura a' vulcani, menzionando per lo appunto fra le altre quelle di *Las Trincheras*.

Un tale proposito però essendo in qualche modo estraneo al mio soggetto, una più lunga discussione sarebbe fuori di luogo, e tanto più che il predetto Bischof ed il Daubeny hanno preso a trattare quest'argomento assai distesamente; non senza dire come mi conforti il vedere da quest'ultimo non meno accagionarsi i vulcani del calore delle acque termali. (Institut. 1839. n. 268. p. 55).

(b) Alle osservazioni de' predetti fisici debbonsi ora aggiungere primieramente quelle che si trovano riferite nell'*Edinb. new Philos. Jour.* n.º 23 p. 194, istituite sulle miniere di Kurprinz presso Freyberg.

LUOGO DELL'OSSERVAZIONE	Profondità perpend. in piedi di Lipsia	Minimum di temperatura	Maximum di temperatura	Temper. media	Differenza
Treibschacht	98	48°.81 F.	69°.87 F.	54. 75 F.	15. 75 F.
3 Galien a Georgstrecke . .	490	57. 59	61. 18	59. 36	3. 34
Se detto	634	62. 48	62. 64	62. 53	0. 22
Se detto	1300	67. 64	68. 45	67. 55	1. 01

Le osservazioni del Kupffer nella miniera di Bogosłowsk nell' Ural danno un aumento di 1º cent. per ogni 19, 84 met. di profondità (Phil. Mag. and Jour. of sc. n.º 27. t. 5. p. 239). Possono pure menzionarsi quelle del Fox istituite sulle miniere della Cornovaglia e del Devonshire; quelle fatte sulle miniere di Deeise e di Littry; in fine quelle del Forbes sulle miniere di Lendhill nella contea di Dumfrie; le quali tutte, sebbene differiscano fra loro, menano però a conchiudere un aumento nella temperatura del suolo a misura che più si va verso il centro.

(c) Il La Beeche la fissa a 160,000 metri o 32 leghe; il che costituirebbe $\frac{1}{39}$ circa del diametro medio della terra. (Rech. sur la par. théo. de la géol. p. 53.).

(d) Supposto che la profondità de' mari non pervenga mai a 4000 metri, come opina il D'Aubuisson (Tr. de Geogn. t. 1. p. 59) (la quale fu dal Laplaet dimostrata non potere eccedere gli 8000 metri), la depressione suddetta non rappresenterebbe che $\frac{1}{1591}$ del raggio terrestre.

(e) Questa considerazione, come si vede, vale del pari contro quell'obiezione che alcuno volle opporre all'esistenza del calor centrale, ap-

pigliandosi più all'espressione letterale con che esso viene indicato, che ai fondamenti della teoria medesima; ciò che si fece rilevandosi da taluno che il freddo prevale ai poli, quantunque, dicesi, quelle regioni sieno circa 12 miglia più prossime al centro della terra che i paesi che giacciono sotto l'equatore.

(f) Secondo l'Hermann « l'acqua salsa di una densità di 1,027 diminuisce di volume fino a $-3,^{\circ}89$, e non perviene al suo maximum prima della congelazione. Le esperienze del D.^o Marcet conducono ad un risultato analogo; poichè secondo quest'autore l'acqua del mare non perviene al suo maximum di densità che a $-5,^{\circ}55$; » e finalmente il Despretz fissa il maximum di densità dell'acqua del mare a $-3,^{\circ}67$ (*Ann. ch. et phys.* t. 70, p. 55). Il che ne rende ragione di quelle osservazioni del cap. Ross; il quale ha trovato alla latitudine $60,^{\circ}44$ N e long. $59,^{\circ}20$ ow. una temperatura (nell'acqua del mare) di $-1,^{\circ}66$ a 365 , 7 metri; di $-2,^{\circ}28$ a 731 , 4 metri, e di $-3,^{\circ}88$ a 1207 met.; il perchè da ciò non potrebbesi desumere alcun argomento contro la teoria del calor centrale. (Ved. La Beche, *Rech. sur la par. théor. de la géol.* p. 20).

(g) Ciò, come si vede, è consentaneo alla dottrina dell'irradiazione del calore; ed egli è facile applicare alla luna i principi stabiliti dal Fourier (*Ann. ch. et phys.* t. 27, p. 136.) sulla temperatura del globo terrestre e sulle cause che determinano questa temperatura.

(h) Può venire qui a proposito il ricordare le due nebulose ultimamente osservate dal Bianchi; l'una nella costellazione di Ercole, l'altra in quella del Dragone. Quest'ultima appartiene alla classe delle nebulose che l'Herschell chiama *planetarie*. (*L'Institut*, 1839. n.° 300. p. 336).

CAPITOLO XIII.

Della circolazione e de' suoi effetti.

194. **S**e in questo capitolo io mi fo a ragionare di una circolazione, la quale a mio credere si compie per entro alla massa della terra, estendendosi fors'anche alla sua atmosfera, non perciò si avvisi voler io tornare ad alcune di quelle opinioni degli antichi fisici, da' quali si giunse per fino ad immaginare che il nostro pianeta fosse fornito di distinte vie per le quali or l'acqua, ora lo spirito possa circolare, non diversamente da ciò che si osserva ne' nostri corpi. Lungi da cotali sogni, io considero per lo contrario la massa terrestre, spoglia d'ogni sorte di organizzazione, presenterò soltanto alcune vie, quali però si convengono a' corpi al tutto inorganici, per le quali alcuni principii possano scorrere; al che sopra tutto dà cagione l'elettricità per le sue correnti e pe' trasporti ch'essa vale ad operare.

195. Come le variazioni di temperatura e la non omogeneità della massa terrestre bastino a determinare delle correnti elettriche, le quali incessantemente ed in vari sensi attraversino questa massa istessa, si è già veduto di sopra. Degli effetti di tali correnti si favellò pure ne' capitoli precedenti, ove (§. 97.) segnatamente ebbi a riferire ciò che dal Davy e dal Becquerel si dedusse in riguardo a tutto quanto debbe operarsi perciò nella massa terrestre mercè que' trasporti di principii ch'esse valgono ad operare attraverso alle masse minerali; sì che, al creder loro, ciò presta il modo di rendere ragione di alcuni fenomeni geologici, che altrimenti sarebbero inesplicabili. Porta il pregio però che si mostri come i fatti convalidino tali deduzioni; per la qual cosa, anzi che volere che altri si appaghi di questo, gioverà il ragionare partitamente de' fatti medesimi. E volendosi innanzi a tutto chiarire come alcuni principii circolino veramente, come si disse, per entro alla massa della terra, ed anche assai profondamente, ricorderò qui da prima quelle

caverne occupate da mofete talvolta fetide; quell'acido carbonico che si trova ora occupare il fondo di alcune grotte, ove per una riparazione continua non viene meno giammai; ed ora si svolge da alcuni terreni se in essi si faccia un qualche scavo; ora accompagnato dall'azoto si manifesta nelle acque minerali e ne' pozzi di acqua (a). Ed egli si debbe anzi intorno a questo osservare nuovamente (§. 153.) che non v'ha acqua la quale scaturisca dal suolo che non contenga quest'acido; il perchè ragion vuole che si creda svolgersi esso ovunque e costantemente dai terreni di ogni maniera. Così l'azoto non solo ne' pozzi, come si è detto, ma non di rado si trova nelle acque minerali; di che le ricerche su tali acque tutto giorno presentano nuovi casi. Oltre tutto ciò che su tale argomento si trova nella memoria dell'Anglada (1), possono a cagione di esempio riferirsi le osservazioni del Gimbernath sulle acque termali di Aix (2) e quelle fatte ad Hosieh (3) su tre sorgenti ricchissime di questo gas; sì che a procurarne lo svolgimento basta solo premere il terreno ond'esse spicciano; e questo vale perchè in meno di 10" possa ottenersene due pinte. Alle quali osservazioni si vogliono aggiungere quelle che si riferiscono alle acque termali di Leuck, nel Vales, alle sorgenti calde dell'isola di Ceylan (Ure, Gio. Davy), alle acque di Rensselaer nella Nuova Yorck; chè anzi il Daubeny non dubita di asserire che questo gas fa sempre parte delle acque termali (4). E finalmente questo gas si manifesta pure ne' vulcani d'aria di Turbaco presso a Cartagena (Humboldt), ed allo stato di azoto solforato fu osservato dallo Schaub nelle acque di Nenndorff (b). Dopo di che merita che si faccia menzione dell'acido idrosolforico o gas idrogeno solforato; il quale si trova in molte acque solforose e termali e nelle acque de' laghi del Messico, nelle gessaje di Chaumont, svolgendosene tosto allorchè gli scavi penetrano nella marna nerastra (5). E del pari sembra a me cosa degna di essere ricordata quell'acido borico che in istato di soluzione trovasi nei

(1) Ann. ch. et phys. t. 18. p. 113.

(2) Giorn. di Farm. di Cattaneo ann. 1. p. 93.

(3) Edinb. n. Phil. Jour. n. 7.; Textoris, Obs. des Sc. med. n. 36. p. 353.

(4) Bib. Univ. S. et A. Dec. 1830. p. 374.

(5) Ann. ch. et phys. t. 53. p. 214.

vapori acquosi de' Lagoni della Toscana, senza che, osserva il Brongniart (1), si possa rinvenire nè ivi nè in que' dintorni alcun minerale atto a dar cagione a un tale fenomeno ed a somministrare i principii de' vapori suddetti. Ma sopra tutto a dimostrare questa continua circolazione di sostanze gasose nell'interno della terra, bastano quelle mofete che in tanta copia si svolgono nelle miniere; le quali constano d'acido carbonico, ma più sovente di gas idrogeno proto-carburato (carburo tetraidrico Berz.). Quest'ultimo gas è quello pur anche che costituisce le esalazioni de' vulcani d'aria (Pietramala, Barigazzo ed i fuochi che si osservano nella penisola d'Abscheron in Persia) e le fontane ardenti, fra le quali merita di essere ricordata quella de' dintorni di Grenoble (2). Ed ora della circolazione dell'idrogeno puro o combinato al carbonio od allo zolfo si hanno prove indubitate ne' pozzi trivellati di Corneille, di Pantin, de' contorni dello stagno di Montmorency, di Saint-Ouen, di Saint-Denis, e finalmente in quello di Gajarine, nel distretto di Conegliano; il quale diede luogo (come aveva saputo prevedere l'Orioli) ad una fontana di gas infiammabile (idrogeno solforato e forse proto-carburato) sì copiosa da produrre una fiamma alta 10. metri circa e più di due metri larga (3). Si sa che agli Stati-Uniti d'America vi sono parecchi villaggi, le strade de' quali da molti anni vengono illuminate col gas che si svolge dall'interno della terra. Ad un simile uso fu impiegato quello che pochi anni sono si vide dar fuori da un pozzo forato, visitato dall'Imbert, copioso a segno da sovvenire più di 300. gasometri. Tale fenomeno è frequente alla Cina. Ed egli sarebbe facile l'accrescere il novero delle sorgenti di questo gas rivolgendosi ad altri luoghi dell'Asia, che ne è ricchissima. Da ultimo potrebbero recarsi in mezzo quelle correnti di aria talvolta copiosissime che si svolgono in alcune miniere e nelle caverne. Quelle, a cagione di esempio, che hanuo luogo nelle miniere di sale presso a Cracovia, sono sì forti da gettare in terra i canopi, e talvolta le porte e le capanne che in esse si trovano.

(1) Ann. des min. 1821. t. 6. p. 204.

(2) Dict. Sc. nat. t. 18. p. 204.

(3) Ann. ch. et phys. t. 53. p. 208.

Per le quali cose non solo è forza convincersi di questa circolazione de' gas, ma in essi si hanno eziandio a vedere dei prodotti di una incessante decomposizione. Tutti questi gas in fatti, come quelli de' vulcani gasosi, ben presto verrebbero meno se nelle rocce da cui essi si svolgono non si trovasse una sorgente inesauribile; nè questa può consistere che in una successione del pari continua di decomposizioni. Com'essi dienno motivo ad altri rimutamenti nelle masse minerali, lo si dirà fra breve.

196. Nè solamente le sostanze gaseose sono quelle di cui si ha a credere che vadano circolando per entro alle masse minerali. L'acidosolforico osservasi talvolta stillare dalla volta delle caverne (c), tal'altra esiste allo stato libero ne' vapori di alcune acque minerali; la cui esistenza fu convalidata dalle osservazione del Michelotti, del Bonvoisin e del Francoeur (1). Trovasi esso finalmente taluna volta costituire di per sè delle sorgenti, se si ha a credere ciò che viene riferito dal prof. Eaton (2); il quale tra le altre che sono ne' contorni della città di Byron, ne menziona una sì copiosa da dare movimento ad una ruota da molino. In che, non meno che ne' fatti precedentemente accennati, si dee riconoscere un argomento dell'esistenza di un'azione decomponente, la quale trovisi nelle masse minerali; nè quest'azione può riporsi in altro che nella elettricità e nelle sue correnti. E in vero ninn'altra causa meno energica di questa potrebbe fare che quest'acido, il quale aderisce sì fortemente ne' suoi composti, sia messo a modo, o veramente esso venga formato di pianta, siccome alcuni opinano; al quale effetto, come si sa, occorrono talune condizioni, senza di che lo zolfo perviene soltanto al primo grado di acidificazione. Ed un analogo ragionamento può aver luogo in riguardo a quest'acido stesso ed all'acido idroclorico che li sigg. Boussingault e Rivero hanno trovato l'uno o l'altro non combinato nel Rio Vinagro che scorre alla Nuova Granata (3); non che rispetto al secondo di questi acidi, che pur talvolta si trova esistere in alcune acque minerali, come sono quelle di Valla-

(1) Jour. de pharm. t. 14. p. 340.

(2) Bull. Univ. Sc. Mat. sept. 1829. p. 362.

(3) Ann. ch. et phys. t. 27. p. 113; t. 51. p. 107.

dolid, del lago di Cuisco (1). Vedrassi nel seguito che anche altri corpi si rinvencono in seno alla terra, alcuni de' quali, diversi da ogni altra sostanza fin qui conosciuta, racchindonsi nelle bolle di alcuni minerali.

197. Se le precedenti cose addimostrano nella massa terrestre circolare continuamente molti e diversi principii, e di questo essere cagione l' elettricità ; si rende ora necessario il far conoscere come questi principii stessi, ed ajutati dalla causa medesima, agiscano sui corpi co' quali vengono a contatto, procurando ora altre decomposizioni, ora nuove combinazioni. Al quale effetto basterebbe forse soltanto il considerare ch' essi hanno a trovarsi allo stato nascente, provenendo essi, come si è detto, dalle decomposizioni operate dall' elettricità ; la quale condizione, il sa ognuno, debbe aversi come importantissima ove si tratti dell' azione reciproca de' corpi ; e tanto più importante se questo si riferisca a' principii dotati di un' azione elettro-chimica di somma energia, quali sono l' idrogeno, il carbonio, lo zolfo, il cloro, l' ossigeno, da cui sono costituite le sostanze di sopra ricordate. Nondimanco volendosi in questo caso come in ogni altro validare co' fatti tutto quanto la teoria persuade, sarà facile l' addurne di tali che valgano a torre ogni dubbio. I vapori solforosi de' vulcani hanno virtù di alterare la pietra focaja (2), ed i vapori acidi de' terreni vulcanici decompongono i silicati, come asseveravami l' illustre Covelli (nel fiore degli anni rapito all' onore delle scienze, degno di migliore ventura, ch' egli seppe meritare, ma che la malvagità de' tempi sdegnò accordare alle virtù sue); che nelle lave trachitiche dell' isola d' Ischia osservò la silice, posta perciò a nudo, deporsi nelle fessure delle lave istesse sotto forma di quarzo ialino in incrostazioni o in piccoli cristalli. Ed una osservazione in qualche modo analoga presentano le fonti di Vals; veggendosi colà che l' acido carbonico, il quale si svolge dalle loro acque, discioglie il quarzo da cui sono formate le pareti delle fonti stesse (3). A' quali effetti convien credere che cospiri l' elettricità od altra condizione non meno valevole, e

(1) Ohs. Sc. med. n. 36. p. 356.

(2) Brocchi Catal. rag. di Rocce p. 281.

(3) Delameth. Leç. de Geol. t. 1. p. 201.

forse la compressione, in quanto a quest'ultima sapendosi al presente ch'essa rende l'acido carbonico atto ad agire sull'acido silicico (*d*). E se riguardo all'idrogeno de' nostri esperimenti voglia arguirsi quale essere debba la sua azione per entro alla massa terrestre, ove l'elettricità, la compressione ec. si uniscano a coadiuvarla, basterà il ricordare come esso sia da tanto da decomporre i solfati; quel genere di sali che per la natura del proprio acido sembrano essere fra i meno facilmente decomponibili (1). Similmente intorno al carbonio sarà uopo convincersi della sua energia in sì fatte circostanze, richiamandoci al pensiero la facoltà ch'esso possiede di decomporre gli alcali ove concorrano talune condizioni. Nulla dirò degli altri principii menzionati di sopra, la cui poderosa azione elettro-chimica non abbisogna di essere addimostrata.

198. Che poi cotali principii, oltre l'azione predetta, nello attraversare la massa delle rocce, si caricino di taluni di quei corpi che si riguardano come fissi, e che questi pure in qualsiasi modo si trovino perciò posti a nudo, egli è quanto provano le seguenti osservazioni. E qui affine di procurare una più chiara intelligenza delle cose che da me vengono discorse in questo capitolo, premetterò essere mio intendimento il far conoscere a un tempo, e che l'elettricità dà cagione direttamente alla decomposizione di alcuni corpi, alla evoluzione, all'isolamento, trasporto di alcuni principii, e che questi principii così isolati, venendo pe' trasporti medesimi a contatto di altri corpi, sono causa di altre decomposizioni, isolamenti ec.; in che le correnti elettriche debbono tenersi come causa lontana. Ciò premesso, e volendosi qui considerare per lo appunto l'azione di cotali principii, dirò quindi che in generale potrebbe notarsi come in parecchi casi si osservi l'evoluzione di una sostanza aeriforme, od anche il solo suo contatto procurare che altre pure si svolgano; ciò che altrimenti non accaderebbe per essere queste ritenute o dalla loro coesione o dalla affinità loro; e questo forse accadere o per azione catalitica, o per una azione analoga a quella perchè l'aria od un altro gas qualunque promuovono l'evaporazione dell'acqua. Così, a cagione di esempio, si vede che il carbonato di calce

(1) *Ann. ch. et phys.* t. 27. p. 177.

più facilmente abbandona per la calcinazione le ultime porzioni del proprio acido se lo si asperga di acqua; la quale perciò si cangia tosto in vapore. Similmente una corrente di idrogeno facilita la volatilizzazione dello stagno e dell'antimonio. Meglio di questo però varranno i seguenti fatti. Avendo l'Humboldt preso ad esaminare i gas che si raccolgano in alcune miniere, trovò egli che essi tenevano del ferro in soluzione; il quale fu da essolui similmente trovato disciolto nell'aria infiammabile delle paludi (e). E se in generale si voglia prendere a considerare la facoltà che hanno i corpi aeriformi di sciogliere chimicamente i meno volatili, metalli e metalloidi, si hanno di questo altrettante prove ne' diversi composti d'idrogeno e di carbonio, ne' gas idrogeno solforato, fosforato, arsenicato, negli acidi idrofluorico, idro-selenico, idrotellurico, nel gas idro-bromico, in quel gas formato d'idrogeno e di potassio (f), non che in quelli ottenuti dal Despretz, composti d'idrogeno e tungsteno, idrogeno e antimonio (1). E qui pure mi asterrò dal ragionare del cloro e dell'ossigeno, siccome di cosa ovvia abbastanza; e similmente non guarderò dal recare in mezzo quelle opinioni degli antichi intorno ai vapori metalliferi. E se molti de' composti predetti, perchè l'unione de' loro principii abbia effetto, richiedono veramente talune condizioni, egli è a credersi che queste intervengano per entro alla massa della terra, in cui, come si è detto, molti principii debbono ridursi allo stato nascente; nè manca la compressione onde favorire l'azione de' corpi aeriformi.

199. Chè anzi una tale considerazione mi apre la via ad altre non meno importanti e meglio vevoli a far comprendere come fra i corpi aeriformi predetti ed i solidi possa nelle masse minerali esercitarsi quell'azione di che si è detto di sopra; e quindi ad escludere ogni obiezione che levar si volesse contro di questa mia opinione dalla difficoltà che sempre s'incontra nel procurare la combinazione di corpi di sì disparata costituzione. La quale difficoltà si sta appunto nella rarità degli uni e nella coesione degli altri; il perchè occorre che o si ripari alla prima, ciò che sopra tutto si ottiene per la compressione, o si rimuova l'altra col calore, o meglio che con questo, col ridurre

(1) *Élém. de chim.* t. 1. p. 279. 315.

le parti allo stato nascente. Quanto all' esistenza della prima di tali condizioni, cioè della compressione nel seno della terra ella è cosa cui niuno oserebbe porre in dubbio; e vicinmaggiormente dappoichè sappiamo noi come essa valga a indurre il maggior numero de' corpi gassosi a liquidità. Laonde la cosa ridurrebbesi per ciò solo all' azione di corpi solidi e liquidi fra loro; ne' più avrebbe luogo a considerarsi l' ostacolo che oppone alla combinazione la volatilità da un lato e la coesione dall' altra. Resta ora a considerarsi l' azione di quelle cause che, come ho detto, valgono a rimuovere gl' impedimenti che alla combinazione pone incontro la coesione. Poco in vero potremmo aspettarci dal calore, se si prescinda dal calor centrale, che veramente nelle parti più prossime alla superficie della terra non può essere di gran momento, e dall' azione de' vulcani, i quali sono troppo raramente disseminati sulla superficie terrestre perchè possa in questo caso tenersene conto. E dirò inoltre che anche in que' punti della massa del globo in cui può supporre intervenire un grado considerevole di calore, a questo non potrebbero ascriversi grandi effetti quanto al togliere gli ostacoli della coesione; nè certo esso potrebbe dare ai corpi solidi quello stato aeriforme che a tale effetto richiederebbesi, opponendosi la compressione, comechè non pochi di essi fossero atti in altre condizioni a vestire l' abito gassoso. Non pertanto a togliere almeno quella prevenzione che in generale si ha intorno a que' corpi che si dicono fissi, perchè tanto più difficile si riguarda la loro unione cogli aeriformi, gioverà il rammentare come molti di essi sieno atti a volatilizzarsi: a perdere in somma quella costituzione che certo costituisce la condizione perchè sempre meno facile si rende la combinazione di tali corpi con quelli di una somma rarità di parti. Oltre lo zolfo, il mercurio, l' arsenico, lo zinco, il tellurio, il scenio, la cui volatilità è nota abbastanza, si sa che l' antimonio, lo stagno, il piombo, il bismuto ed anche il rame sono in qualche modo dotati di questa proprietà. E lo sono pure l' argento e l' oro; il primo de' quali si sublima nell' alto de' cammini in cui vengono cimentate le sue miniere; e l' altro si volatilizza posto nel fuoco degli specchi ustorii. Ed essendosi gli alcali, le terre e l' acido silicico un tempo tenuti fra i corpi i più refrattari all' azione del calore, gioverà il dire che un tal qual grado di volatilità si è dappoi riconosciuto nella

potassa, soda, litina, barite, calce, strontiana, sale comune (1), non che nell'acido silicico (2). Nè sarebbe difficile accumulare qui altri fatti e non pochi a tale effetto; lo che però null'altro farebbe che deviarli dal mio proposito; il perchè mi limiterò a dire che l'Hermbstaed non dubita nell'asserire che della facoltà d'innalzarsi in vapori sia fornito certo un numero di corpi maggiore di quello che ordinariamente si crede; e similmente noterò come sussistendo l'opinione dell'Herschel (§. 193.) abbia a credersi almeno come probabile che essi possano, e senza veruna eccezione, vestire la forma gasosa, se prima di prendere la forma attuale costituirono la sostanza estremamente rara di una nebulosa. Più che il calore, a togliere ogni impedimento che possa provenire dalla coesione, varrà certo l'elettricità. Dopo tutto ciò che si è detto di questo poderosissimo agente della natura, ogni altra considerazione intesa a dimostrare la sua facoltà decomponente, perchè i principii si riducono allo stato nascente, sarebbe qui superchia. Ora dunque null'altro resta a dirsi se non che questo: che ne' corpi ridotti a tale condizione la coesione non ha più veruna influenza rispetto alla unione de' principii fra loro; intorno a' che mi riporto a quanto ebbi già altra volta occasione di osservare nelle mie Risposte ai quesiti del Meli intorno al Cholera (3). Servirà bensì a far meglio comprendere l'azione della elettricità il ricordare come il platino sotto l'azione di una forte pila voltiana, se sia ridotto in fili di una conveniente sottigliezza, si vaporizzi e si dilegui come una sostanza aeriforme; ciò che a un di presso accade pure all'argento, che perciò si ossida e si disperde nell'aria.

200. Premesse queste considerazioni, riprendendo qui a trattare più particolarmente della circolazione e de' fenomeni pe' quali essa si fa manifesta, ricorderò primieramente quell'umidore da cui si vedono penetrati alcuni minerali al momento in cui essi vengono distaccati dalla roccia, e che ben presto si dissipa; non che quella mollezza che si osserva in

(1) Hermbstaed, Gior. di fis. ch. di Pavia, t. 10. p. 88. Bera. Tr. élém. di ch. t. 2. p. 8.

(2) Vauquelin, Jour. de Phar. t. 12. p. 1., Macculloc., Ann. of phil. n. 30. p. 452.

(3) Meli, Cholera asiat. in Italia, P. II. p. 196.

alcuni di essi al primo uscire dal luogo loro natio. E l'una e l'altra condizione sovente riuniscono nel minerale medesimo, siccome avviene, per esempio, nel selce piromaco per quel li-
 core che leggermente bagna le sue recenti fratture, e per quella coesione di parti ch'esso acquista ove l'evaporazione di quello siasi pienamente compiuta. E se si creda al Patrin, altrettanto può dirsi delle acque marine di Siberia, e degli smeraldi da essolui osservati, similmente penetrati da un fluido sottilissimo che ben presto svanisce; dopo di che essi prendono quella durezza onde si distinguono cotali sostanze. E' egli asserisce che un grosso prisma di smeraldo, allora allora tratto dalla sua matrice, potè rompersi da lui collo sforzo medesimo che occorre per separare in due un pomo. E dicesi pure dal Boyle, sulla fede del Gallo, che una sorte di untuosità si osserva ne' diamanti della miniera di Gane o Colonor; il che però non so che altri menzioni. Tra' minerali che mostrano alquanto mollezza allorchè si traggono dal suolo, e che poscia acquistano la loro ordinaria durezza, di che veramente si hanno non rari esempi, può menzionarsi quella pietra della Puglia ricordata dal Baglivi; la quale, tratta appena dalla lapidicina, si lavora co' strumenti stessi che servono alle opere di legno; essendochè una tale asserzione viene convalidata da quella del Milano (1) e dal Brocchi (2); e similmente può rammentarsi la steatite che si trova nel serpentino al capo Lizard sulla costa meridionale dell'Inghilterra; la quale cavata appena è di sì poca consistenza che può lavorarsi come una pasta (3). Oltre alle quali farò da ultimo menzione della calcaria argillosa cloritifera con belemniti di Nizza, descritta dal Risso; della quale, insieme con questo insigne naturalista, potei io stesso osservare la poca coesione di parti finchè essa rimane sul luogo o se sia tratta di recente; mentre col tempo acquista una molto maggiore durezza, siccome lo mostrano i saggi che scransi presso di me. Le quali cose io dico giovare in due modi all'assunto mio; conciossiachè l'umidore, di che si veggono penetrati que' minerali, mostra evidentemente circolare per entro

(1) Cenni geol. sulla Prov. di Otranto p. 15.

(2) Gior. costit. delle Due Sicilie 22. Marzo 1821. p. 303.

(3) D'Aubuisson, Tr. de Geogn. t. 2. p. 169.

alla loro massa un qualche fluido, mentre la mollezza degli altri presta buon argomento per credere che i corpi predetti, finchè formano parte delle masse minerali, soggiacciono a talune condizioni diverse dalle ordinarie. Il perchè l'una cosa e l'altra si uniscono a rendere almeno meglio probabile questa mia opinione; siccome quella che presta di tali fenomeni una facile spiegazione.

201. Colle quali mie deduzioni intorno alla circolazione di qualche fluido nell'interno de' minerali concordano, a mio avviso, quelle osservazioni da me altrove accennate per rispetto a quelle sostanze rinvenute nelle bolle d'alcuni cristalli, e presi ad esame dal Davy e dal Brewster. Il primo de' quali in un cristallo di quarzo, proveniente dalla Gardette nel Delinato, osservava un fluido il quale distinguevasi da tutti gli altri fin qui noti: infiammabile, bruciante con fiamma biancastra, atto a congelarsi alla temperatura di $+ 13.3$ cent.; che intorbidava e rendeva lattiginosa l'acqua, alla quale per la sua leggerezza soprannotava, con essa comportandosi come un olio fisso; spoglio di ogni sapore e con odore di nafta (1). Del pari dissimile dalle sostanze conosciute sono que' fluidi rinvenuti dal Brewster nelle cavità di alcuni topazi della Nuova Olanda, della Scozia e del Brasile, nell' ametista e nella cimofane. L' uno di essi distinguevasi da ogni altro liquido per una dilatabilità 30 volte maggiore di quella dell' acqua; l' altro non miscibile al primo, con che trovavasi unito in talune delle cavità istesse, e soprannotante al medesimo, mostravasi d'apparenza resinosa, perfettamente trasparente, non volatilizzabile pel calore, insolubile nell' acqua e nell' alcoole, solubile rapidamente e con effervescenza nell' acido solforico (2). Al primo di questi si debbe forse stimare uguale, od analogo almeno, uno di quelli osservati dal dott. Hope nel quarzo; di che si fa menzione nel *Galigani's Messenger* (1 Maggio 1829); la loro pari dilatabilità giustificando una tale credenza. Il quale licore del resto era dotato di una forza espansiva sì grande che il solo calore dell' alito bastava a dar cagione alla rottura del cristallo in che esso trovavasi racchiuso. Non già che per

(1) Ann. ch. et phys. t. 21. p. 142.

(2) Ann. ch. et phys. t. 23. p. 305.

me si voglia asserire cotali fluidi doversi riguardare al tutto simili a quelli di cui sono molli le pietre ed i cristalli di sopra menzionati; lo che d'altronde potrebbe anche essere, nè a cosa alcuna ripugna il sospettarlo. Qualunque però siasi la natura di tali sostanze, esse fanno conoscere in modo da non dubitane nell'interno de' minerali esistere fluidi diversi da quelli a noi noti; la qual cosa certo si unisce a convalidare quanto da me si vuole qui dimostrare intorno alla circolazione in generale. Cotali fluidi sarebbero essi mai de' gas ridotti allo stato di liquido dalla pressione, alla quale essi si trovano sottoposti nell'interno delle masse minerali? La facoltà ch'essi hanno di dissiparsi quasi sull'istante, la dilatabilità grandissima del fluido esaminato dal Brewster e dall'Hope, l'attitudine che hanno alcuni gas di produrre per la loro unione de' corpi di aspetto oleoso, possono prestare un qualche fondamento a tale opinione.

202. E poichè di sopra si è detto nelle masse minerali circolare delle sostanze aeriformi, quantunque siasi a tale proposito ricordati que' gas che si svolgono nelle miniere, caverne ec., il mio asserto si troverà tanto più prossimo al vero potendosi ora recare in mezzo un fatto pel quale dimostrasi che talvolta alcune sostanze gaseose esistono, quasi che io dica, latenti ed in copia entro alle masse minerali. Io vo'dire di quel gas infiammabile (idrogeno forse un poco carbonato) sommamente condensato, il quale si trova nel sal gemma della miniera di Wieliczka, e in tanta quantità da eguagliare, svolto che ne sia, la metà del volume de' cristalli in che esso contenevasi. E ciò che merita di essere particolarmente rilevato si è questo, ch'esso si trova ne' cristalli che non offrono veruna bolla od altra cavità visibile; chè anzi lo si rinviene anche in quelli di una perfetta omogeneità e trasparenza (g).

203. Se della teoria del pari e dell'osservazione mi valsi io fino ad ora ad effetto di addimostrare di quali alterazioni e decomposizioni debbano essere causa que' corpi che io avviso circolare nelle rocce di ogni maniera, si vuole qui soccorrere il mio assunto per altri fatti. Li quali consistendo in taluni incessanti produzioni e rinnovellamenti, di per sè soli varrebbero perciò a chiarire l'esistenza di cause parimente incessanti, le quali sovvenivano di sempre nuovi elementi cotali prodotti; il

che non potrebbe effettuarsi senza un continuo afflusso di principii; in fine senza di quella circolazione che qui si vuol dimostrare. Una di tali riproduzioni si vede in quella efflorescenza di solfato di magnesia, che osservasi in alcuni luoghi e segnatamente in Siberia; ove ogni anno questo sale riproducasi e cuopre vasti deserti di quella regione, non ostante che le acque ogni anno lavino il terreno e trascinino seco il sale istesso. E similmente colà, a' piedi ai monti Oural, al dire del Pallas, si riproduce a primavera il solfato di soda, che si presenta sotto forma di efflorescenza; la quale sorge sopra un suolo argilloso, scevro affatto di questo sale. Altrettanto, cioè una continua riproduzione si scorge nel sale marino o cloruro di sodio; se anzi esso presta di ciò diversi ed irrefragabili argomenti. Convien credere in fatti ch'esso si riproduca incessantemente in alcuni laghi, senza di che le acque loro non tarderebbero a perdere la loro salsedine in forza del sale che continuamente viene eliminato dalle acque che hanno origine da essi o che li attraversano; siccome faceva osservare il Patrin (1). Più convincenti al certo riusciranno le seguenti osservazioni, le quali si riferiscono alla sostanza medesima; dell'una delle quali la scienza va debitrice all'Humboldt. Assicura egli che al Messico, onde ottenere questo sale, si lissivia il terreno, avvertendo però di prenderne soltanto lo strato superiore, imperocchè gl'inferiori non darebbono profitto veruno. Tolto così questo primo strato, il secondo non tarda ad arricchirsi di parti saline, sì che scorsi pochi mesi può lissivarsi con vantaggio come il primo (2). Nè favellandosi di quella regione può passarsi sotto silenzio ciò che presenta il suo altipiano; il quale dopo essere stato da' conquistatori spagnuoli disertato di piante, come degli uomini avevano fatto, si ricoprì di efflorescenze saline (cloruro di sodio e di calcio, nitrato di potassa ec.); perchè ora, dice il Malte-Brun (3), esso in alcune parti somiglia all'altipiano del Tibet o a' deserti dell'Asia centrale. Si sa così essere incalcolabile la produzione del sale comune il quale si forma in efflorescenza sulle sabbie sterili in varii paesi. (3). Nè lascerò di riferire a tale proposito

(1) D' Aubuisson, Tr. de Geog. t. 2. p. 485.

(2) Geogr. Univ. t. 5. p. 435. trad. ital.

(3) Beard, Min. app. t. 1. p. 268.

ciò che gli ufficiali della nave *Gli Stati Uniti* asserirono di avere osservato sulla costa del Chili: cioè una incrostazione di sale marino per l'estensione di 30 miglia in lunghezza e molte miglia in larghezza, della spessezza di un piede; dalla quale ove se ne distacchi un pezzo, il vuoto, dicono essi, viene tosto riempito da nuovo sale che si forma (1).

204. Argomento della riproduzione delle sostanze saline, come che per avventura indiretto, può desumersi dalle acque minerali. Intorno alle quali fa osservare il Berzelius che alcune sorgenti ne contengono in tanta copia, che i luoghi che fiancheggiano il corso delle loro acque non potrebbero supplire a ciò neppure per un pajo di mesi. Così, per esempio, colle acque di Carlshad scorrono, dic' egli, ogni anno 746,884 libbre di carbonato di soda ed 1,132,923 lib. di solfato della stessa base (Gilbert valuta il primo a 200,000 quintali da 110 libbre, il secondo a 300,000 quintali (2)), senza tener conto delle altre sostanze che accompagnano i predetti due sali; per il che egli giudica essere questa cosa difficile ad ispiegarsi (3). E veramente egli è questo difficile a comprendersi ove non vogliasi far ricorso alla circolazione, per la quale vengano supplite le sostanze predette a mano a mano ch'esse sono eliminate. E tanto più egli è uopo convincersi di questo ponendo mente a' ciò, che nelle masse minerali fin qui prese ad esame niuna n'è occorsa o interamente formata de' sali predetti, o ricca in modo di essi da soccorrere le acque di tal sorte.

205. Le sorgenti di petrolio e di nafta, della frequenza ed abbondanza delle quali è superfluo il dire (i), si hanno pur esse senza dubbio ad ascrivere a questa circolazione. Conciossiachè se le sorgenti di acqua dipendono da una continua riparazione che si fa mediante le piogge; le sorgenti bituminose, che non trovano in esse una sì fatta riparazione, è mestieri che traggano il loro alimento dall' interno della terra: dalla circolazione.

206. Se le cose predette ci fanno certi esistere talune forze naturali le quali valgono in certo modo ad operare incessanti riparazioni, e questo in virtù di quella continua circolazione che io avviso operarsi per entro alla massa terrestre, ed

(1) Ann. des min. 2. ser. t. 5. p. 303; Bull. Un. Sc. Nat. mai 1828. p. 62.

(2) Ann. ch. et phys. t. 28. p. 377.

(3) Trait. de Ch. t. 1. p. 445.

alla quale partecipa, per quanto pare, eziandio l'atmosfera, di che sarebbe facile addurre qui non dubbie pruove; di una tale perenne riparazione ci offrono a mio credere argomento i vulcani. Intorno a' quali conviene che io mi trattenga alcun poco, affine di far conoscere come io creda nella circolazione predetta riporsi la causa della loro accensione, della loro durata e de' loro prodotti. Ben lungi però dallo immaginare che io sia per assegnare di ciò una etiologia pienamente soddisfacente, prego i fisici a perdouarmi se io pure mi fo ad esporre alcune idee su di un argomento ch' altri e sommi geologi presero a considerare. Comunque però sia di questa che io non oso chiamare teoria de' vulcani, confido che tutto quanto si andrà per me intorno a ciò discorrendo varrà, se non ad altro, a fissare l'attenzione de' sapienti su di alcuni de' loro fenomeni; donde mi auguro che altri sappia trarre quella luce che forse a me non è dato.

207. Ne' radicali degli alcali e delle terre credeva già il Davy rinvenire l'alimento de' vulcani, immaginando ch'essi trovinsi nell'interno della terra allo stato metallico; sì che ossidandosi essi allorchè vengono allo scoperto, dieno origine ai materiali delle lave, delle scorie ec.; e nella deflagrazione, la quale accompagna questa loro ossidazione, credeva egli doversi scorgere la causa de' fenomeni che si osservano durante le loro eruzioni. Questa teoria de' vulcani, che generalmente fu riguardata almeno come ingegnosissima, seguita poscia, tranne alcune modificazioni, dal Cordier (1), dallo Smithson e dal Crichton (2) ec., non lascia però di presentare alcune difficoltà, le quali furono già rilevate dal Breislak (3). Notavasi da questi la leggerezza de' radicali degli alcali e delle terre mal convenire colla densità che debbono avere le sostanze che formano le parti interne della massa della terra. Alla quale obiezione, che forse sarebbe facile ad escludersi ponendo mente sopra tutto alla pressione, potrebbe, io credo aggiugnersi altra: cioè questa ipotesi supporre il focolare de' vulcani molto più profondamente situato di quello che per altra parte siamo portati a credere.

(1) Ann. des min. 2. ser. t. 2. p. 53.

(2) Ann. sc. nat. t. 5. p. 409.

(3) Instit. de Geol. §. 588.

208. Ne' radicali predetti credo io similmente aversi a riconoscere il *pabulum* de' vulcani ; e ne' fenomeni luminosi e calorifici che queste sostanze presentano nell' unirsi all' ossigeno io avviso non meno potersi trovare la cagione de' fenomeni delle loro eruzioni. Se però in questa parte la sua e la mia ipotesi vanno perfettamente d' accordo, nel restante esse differiscono interamente. Conciossiachè, anzi che rivolgermi alle sostanze ancora in istato di fusione nell' interno della terra, e quindi supporre che i vulcani null' altro sieno che spiragli, per mezzo de' quali i radicali predetti vengano in contatto coll' ossigeno dell' atmosfera e coll' acqua ; io credo questi radicali medesimi essere dall' elettricità posti a nudo, decomponendo essa i loro ossidi che formano parte de' minerali ; e quindi io avviso dalla circolazione, che si compie nella massa della terra, per opera delle correnti elettriche venir essi trasportati nel focolare de' vulcani, in un modo del tutto conforme a ciò che accade negli esperimenti col piliere; ne' quali questi principii stessi convergono al polo negativo. E così io penso che ivi giunti, trovandosi in contatto coll' aria o coll' acqua, nel modo medesimo supposto dall' insigne chimico inglese, essi diano cagione alla evoluzione del calore ed a tutti que' fenomeni che ognuno sa. In fatti se ci richiameremo al pensiero tutto quanto si è detto de' trasporti operati dall' elettricità, sarà facile l' immaginare come ciò possa accadere. Che per le grandi correnti elettriche, che hanno luogo nell' interno del nostro pianeta, possano operarsi delle decomposizioni vevoli a dare origine a cotale sostanze, è ciò che io credo inutile il farsi qui nuovamente a dimostrare, potendo bastare quanto in su di questo si disse a suo luogo, e segnatamente al § 98; ove mi occorre riferire gli esperimenti del Becquerel intorno alla riduzione di alcuni metalli operata mercè di azioni elettriche debolissime. E in vero se a tanto riusciva egli co' meno energici apparecchi elettromotori, che non potranno operare quelle correnti elettriche, che hanno effetto nello interno della terra, che pel tempo, per le masse debbono essere poderosissime, e sommamente maggiori e incomparabili a tutto ciò che noi possiamo aspettarci da' nostri apparecchi, e siano pur essi i più energici fra quelli che fin qui l' arte seppe ideare? E similmente egli sarebbe superfluo lo spendere alquante parole

ad effetto di far conoscere quanto sieno strettamente legati i fenomeni de' vulcani e quelli dell'elettricismo; a prò di che potrebbonsi certamente desumere nuovi ed assai notevoli argomenti dalle osservazioni de' Signori Monticelli e Covelli (1); e forse a tale effetto basterebbe soltanto il rammentare quanto frequenti sieno le scariche elettriche nelle eruzioni vulcaniche. E così rammenterò io quanto si sa dell'arroventamento e della fusione, e talvolta vaporizzazione di alcuni metalli, se per essi si faccia passare una forte scarica elettrica; nè passerò sotto silenzio gli stupendi effetti ottenuti dal Children colla sua pila a grandi lamine e dall'Hare col suo calorimotore; ciò che varrà a un tempo a far meglio comprendere come co' miei principj possa rendersi ragione delle deflagrazioni vulcaniche.

209. Si suppone da me ciaschedun vulcano come l'estremità negativa di una imminente pila, ove si adunino i corpi dotati di un'azione elettro-positiva. Quali cause però determinino la condizione predetta ne' focolari de' vulcani, egli è ciò che veramente non potrebbesi con tutta precisione indicare, imperocchè a talè effetto richiederebbesi che per noi si conoscesse, assai meglio che non si sa, l'interna struttura di tutta la massa che forma la volta consolidata della terra, almeno in quella parte che è più vicina a' vulcani stessi. Egli è però ovvio a credersi che, ammessa l'esistenza delle correnti elettriche in tutta la massa terrestre, come si è mostrato altrove, in vari de' suoi punti abbiano a formarsi de' poli; e che questo accada in molti luoghi presso alla sua superficie, è conforme a quella supposizione dell'Ampère (2), desunta dai fenomeni elettromagnetici: cioè che delle correnti si stabiliscano in senso perpendicolare all'asse magnetico. E ad analoga supposizione mena del pari a mio credere la considerazione del calor centrale e de' fenomeni termo-elettrici, dovendosi perciò ammettere l'esistenza di correnti elettriche dal centro alla superficie, non diversamente da ciò che accade in alcuni corpi riscaldati in una loro parte soltanto, e tanto più se si ponga mente alla eterogeneità della massa terrestre.

210. Che poi il focolare de' vulcani si abbia a considerare come l'estremità negativa di questa supposta pila, o per me-

(1) Stor. de' fenom. del Vesuvio, Napoli 1823.

(2) Ann. ch. et phys. t. 23. p. 146.

glio dire che ivi si verifichino le condizioni necessarie perchè possano in esso convenire le sostanze elettro-positive, lo prova in certa guisa il fatto; conciossiachè se, per esempio, si riguardi in particolare il Vesuvio, questo presenta tanta varietà di metalli, che forse niuna miniera ne racchiude in sì gran numero (*k*). Che poi queste correnti possano essere favorite dai fenomeni stessi de' vulcani, è cosa di che egli è facile a convincersi considerando l'evaporazione e l'evoluzione de' gas che in essi si operano può dirsi incessantemente, sapendosi che l'una e l'altra, segua la dottrina del Volta o veramente quella del Pouillet (§. 90.), danno cagione ad una manifestazione di elettricità. Serviranno esse adunque a mantenere l'attività di questa supposta pila naturale gigantesca, come nella pila ordinaria si favorisce la sua azione permettendo in qualsivoglia modo che l'elettricità si disperda a' suoi poli. Ed eguale ragionamento può convenirsi alle deflagrazioni che si operano in essi, fenomeno per sè stesso del numero degli elettrici (Berzelius). Ammessa una tale accumulazione di sostanze metalliche, ed in ispecie de' radicali degli alcali; ove questi siasi trovati o assai presso alla superficie della terra, o in ogni altro modo posti, forse per mezzo delle fenditure o de' dislocamenti, sì che l'aria o l'acqua abbiano potuto portarsi al contatto di essi, ciò sarà stato bastevole a determinare la prima accensione del vulcano; per essere poi la sua continuazione procurata dalle circostanze or ora menzionate (*l*).

211. Innanzi di farmi a considerare come questa mia supposizione coincida co' fenomeni vulcanici, fa di mestieri il dimostrare non andare essa soggetta a quelle altre obiezioni che il Breislak pose incontro alla ipotesi del Davy; le quali egli desunse dalla intermittenza de' parossismi vulcanici, dalla durata de' vulcani stessi e dalla intensità de' loro fenomeni. Secondo l'ipotesi da me immaginata ponno i parossismi sospendersi tosto che siasi esaurita quella quantità di principii che per la circolazione si erano adunati ne' loro focolari; e possono nuovamente manifestarsi quando un nuovo cumulo siasi fatto, ed il contatto dell'aria o dell'acqua venga a dar cagione a nuova accensione (*m*). Come un vulcano possa durare anche per molti secoli, ove suppongasì un incessante afflusso di materie, egli è chiaro abbastanza; giovando anzi l'avver-

tire che questo soddisfa appunto a ciò che vuole il geologo predetto (1): cioè convenire che la materia onde i vulcani sono alimentati « possa riprodursi o nel luogo medesimo o in un « luogo contiguo. » Finalmente a far comprendere come l'ossidazione de' metalli degli alcali possa bastare alla produzione del calore che si svolge nelle eruzioni vulcaniche, valga il richiamarci al pensiero con quanta vivacità si compia la loro combustione in contatto dell'acqua, ed anche dell'aria se l'azione del calore intervenga, e quanto intensa sia la incandescenza de' metalli sottoposti all'azione di una forte commozione elettrica. In fatti il Crichton, volendo in qualche modo farci immaginare l'immenso calore del globo durante la simultanea conflagrazione della sua superficie, ricorda per lo appunto il calore prodotto dalla rapida ossidazione di pochi grani di potassio e di sodio (2). Alle quali obiezioni suggerite dal Breislak siccome contrarie alla ipotesi del chimico inglese, sembra a me potersi aggiugnere innanzi ad ogni altra quest'una: che que'spiragli, quelle soluzioni di continuità nella crosta consolidata della terra, perchè, al credere di lui e del Cordier non meno, la massa fusa interna è posta in comunicazione coll'aria e coll'acqua che sono alla superficie, e per le quali essa viene a spandersi al di fuori, verrebbero ben presto ad ostruirsi, e che forse i materiali delle lave non potrebbero giungere alla superficie della terra in istato di fusione e d'incandescenza, dovendo percorrere degli strati di mano in mano sempre meno caldi pel tratto di 20 leghe da 5000 metri; che è la media spessezza della parte consolidata della massa terrestre, quale essa viene valutata dal Cordier medesimo.

212. Avendo anzi il Cordier, come già si disse, preso a seguire una tale dottrina de' vulcani, ed avendo nel suo *Saggio sulla temperatura interna della terra*, anche più minutamente del Davy dato opera a chiarirne i particolari, e segnatamente quanto ha rispetto alla forza o cagione perchè le materie che allo stato di fusione si portano dall'interno alla superficie della terra, questo è ciò che a mio credere merita di essere preso ad esame. « La crosta solida, dic'egli, si contrae

(1) Instit. geol. §. 587.

(2) Ann. of Phil. new ser. n.º 50. p. 106.

« di più in più a misura che la sua temperatura diminuisce, « e questa contrazione è necessariamente maggiore di quella « che soffre la massa centrale nel tempo stesso. » Similmente egli ne fa notare che, ammessa la fluidità originaria della terra e quindi il suo secolare raffreddamento, conviene del pari consentire ad una successiva, quantunque tenuissima, diminuzione della durata del giorno, e ad un corrispondente cambiamento nella figura della terra, che sempre più si allontana dalla forma sferica; credendo egli che si debba accordare alla crosta consolidata del nostro pianeta quella flessibilità necessaria perchè essa si presti a tale cambiamento di figura. « E se questi dati « sono esatti, soggiungesi da lui, egli è evidente che i due effetti « fetti continuano. » In forza di ambedue queste cagioni: la contrazione della crosta solida ed il suo cambiamento di figura, la capacità interna della terra si fa sempre minore; il perchè le materie ancor fluide che tengono le parti centrali sono costrette a spandersi, per una sorte di espressione, al di fuori per spiragli che noi chiamiamo vulcani. Esposta così la sua dottrina, resta che da noi si prendano a considerare quelle condizioni ch'egli riguarda come cagioni del fenomeno. Potrebbe forse rispetto a ciò ch'egli dice sull'attuale cambiamento di figura della terra, ammettersi ancora quella flessibilità della sua crosta solida, uotarsi che la minorazione di capacità che da questo potrebbe provenire debbe tenersi come infinitamente piccola, s'egli non avesse in qualche modo prevenuta una tale obiezione, facendo conoscere come una contrazione di $\frac{1}{494}$ di millimetro nel raggio medio della terra è quanto basta per produrre la materia di una eruzione. Quanto però ha relazione alla prima delle due condizioni dal Cordier ricordate, essa in vero sembra andar soggetta a forti difficoltà. E primieramente io dico che a norma della legge generale del raffreddamento de' corpi, si ha a credere che in un dato spazio di tempo un maggiore raffreddamento si faccia nelle parti interne ed incandescenti che sono nell'interno della terra, che non nelle più esterne, che formano la sua crosta consolidata. E in ciò la teoria va d'accordo co' fatti, ammettendosi generalmente dai fisici, in che essi si fondano sull'osservazione, e lo ammette pure il Cordier medesimo, che il raffreddamento secolare della terra siasi fatto ora insensibile alla superficie, per essere il

calore che viene dall' interno compensato dall' irradiazione della terra verso lo spazio; e ciò mentre tutto ci porta a credere che la massa interna vada notabilmente freddandosi. All' opposto quindi di quanto si suppone dal Cordier, il raffreddamento secolare della terra dee fare che la capacità interna della sfera formata dalla predetta crosta consolidata, anzi che diminuirsi, si accresca; imperocchè la contrazione di volume debb' essere maggiore in quella parte che va sottoposta ad un maggiore raffreddamento: cioè nella massa fusa contenuta. Appresso a che si vede tosto che, se egli considera le predette due condizioni siccome cause cospiranti, perchè le parti fluide dell' interno della terra vengono ad essere espresse, portandosi perciò alla superficie sotto forma di lave; esse in vece si hanno a tenere come opposte fra loro, sì che l' una elida gli effetti dell' altra. Supposto, io dico, che pel cangiarsi della forma della terra, la capacità interna della sfera formata dalla sua volta consolidata vada facendosi minore; l' aumento di capacità che in essa accade pel raffreddamento dovrà compensare, e forse esuberantemente, la predetta minorazione. Ecco escluse adunque quelle condizioni a cui si vogliono dal Cordier attribuire le eruzioni vulcaniche. E poichè si tratta di opporsi alla sentenza di uno de' più illustri tra' fisici, di una teoria esposta in uno de' più ingegnosi e dotti scritti che sieno venuti in luce in questi anni, e quindi generalmente applaudito siccome esso meritava, gioverà a togliere ogni prevenzione, il potere addurre a tale proposito l' autorità di illustri sapienti, l' opinione di cui sia conforme alla mia. Dirò dunque che il La Beche ammette col Beaumont « che lo stato del nostro globo sia tale che in un « tempo dato la temperatura dell' interno si abbassi di una « quantità molto maggiore che alla sua superficie; » conchiudendo poi da ciò che « la crosta solida debba infrangersi af- « fine di non cessare di abbracciare esattamente la massa inter- « na » (1). Per il che si vede com' egli sia portato a credere, al pari di me, ad un accrescimento, anzi che ad una diminuzione, nella capacità interna della sfera terrestre.

213. Appresso a che conviene del pari che si faccia parola di due altre teorie de' vulcani: quella del Daubeny e quella del

(1) Rech. sur la par. théor. de la Geol. p. 53.

Gay-Lussac. Il primo di essi, come già si ebbe occasione di avvertire, suppone già un'accumulazione di sostanze ne' focolari de' vulcani; nè la sua e la mia ipotesi distinguonsi in altro che in questo, ch'egli crede che le sostanze che alimentano i vulcani, anzi che essere allo stato di metalli semplici, trovinsi nella condizione di solfuri; i quali danno cagione a chimiche decomposizioni pel contatto dell'aria e dell'acqua (1); dottrina che nuovamente egli dice tenersi da lui siccome preferibile ad ogni altra (2). Come è facile a vedersi, tosto che si ammetta una accumulazione continua di sostanze nel focolare de' vulcani, ciò che io credo doversi ascrivere all'elettricità ed alla circolazione; la sua e la mia dottrina possono facilmente mettersi d'accordo, tanto più se si consideri quanto sono per dire intorno allo zolfo, che io suppongo convenire insieme co' metalli predetti.

214. Il Gay-Lussac intento sopra tutto a rendere ragione della copiosa evoluzione dell'acido idroclorico, che in molti vulcani ha effetto, e del ferro oligisto sì abbondante nelle parti cavernose de' vulcani, l'origine di cui, dic'egli, non può attribuirsi che al percloruro di ferro; e tenendosi da lui che per l'azione de' metalli delle terre e degli alcali sull'acqua, se essi sieno allo stato di metallo puro, non valga a dar cagione ai gas ed ai vapori che si svolgono dai vulcani; imperocchè in tal caso i vulcani dovrebbero svolgere una quantità immensa d'idrogeno quasi puro; lo che non si osserva; crede egli in vece che sia forza supporre nel focolare de' vulcani la reazione o dell'acqua sui cloruri de' metalli predetti, ovvero dell'acqua del mare su questi medesimi corpi. Intorno a che mi limiterò a poche considerazioni. Dirò adunque potersi facilmente consentire l'opinione di lui rispetto alla reazione dell'acqua e de' cloruri, ovvero de' metalli e dell'acqua del mare, sebbene, come avrò in breve occasione di far conoscere, io avvisi in alcuni casi potersi forse ascrivere di ciò altra cagione; e quanto all'abbondanza di gas e di vapori in generale, di che egli si studia di rinvenire la causa, e' mi sembra che a rendere ragione di questo convenga sopra tutto una ipotesi la quale suppone un continuo afflusso di principii, e tutto quanto da me si è

(1) Ann. of Phil. new ser. t. 12. p. 223.

(2) L'Institut. 1839. n. 269. p. 63.

detto de' gas che circolano per la massa della terra. E similmente in verun conto si oppone alla ipotesi mia il credere che l'acqua del mare penetri in sino al focolare de' monti ignivomi, forse per quelle vie che altrove tengono le acque delle pioggie; ove però si ammetta essere esso non soverchiamente profondo. Chè se in vece egli piaccia al Gay-Lussac supporre che quelle decomposizioni operate dai cloruri si facciano a contatto della massa fusa che occupa l'interna parte della terra, null'altro mi resterà a fare che riferirmi a tuttociò che or ora io avvertiva intorno alla difficoltà che s'incontra ad immaginare che sostanze fuse possano attraversare tutta la crosta consolidata del nostro globo senza freddarsi, e senza che ogni via alla loro uscita venga ben presto da quelle sostanze istesse rapprese perclusa.

215. Ora egli è tempo che si vegga come una tale supposizione, nella quale si riguardano i vulcani come l'estremità negativa di una pila voltiana, concordi co' fenomeni e colle apparenze ch'essi ci presentano. Considerando i vulcani di ogni maniera, veggonsi i principali loro prodotti constare di quei principii che per la loro azione elettro-chimica tendono al polarità. In questo numero entrano senza dubbio i molti metalli che si rinvencono fra i prodotti vulcanici; ed altrettanto dicasi di alcuni metalloidi. Tale è l'idrogeno, il più abbondante e, quasi può dirsi, uno de' componenti di ciascheduno de' vapori o gas che da essi s'innalzano, sia nell'acqua, il cui vapore costituisce la maggior parte delle esalazioni vulcaniche (*n*), sia ne' gas idrosolforico ed idroclorico; oltre che talvolta esso si trova più o meno puro. Il carbonio del pari vi si rinviene, benchè sotto forma di acido carbonico (*o*). L'azoto non è raro tra i prodotti dei vulcani; e così può dirsi del silicio e del boro. Quest'ultimo che, come il carbonio ed il silicio, si rinviene converso in acido, oltre i Lagoni della Toscana, trovasi in copia a Vulcano, non che a Stromboli, e talvolta si è manifestato al Vesuvio (*p*). L'amore del vero però m'impone di ricordare lo zolfo ed il cloro fra le emanazioni vulcaniche, la cui esistenza non è quanto si vorrebbe concordevole colle cose premesse. L'una e l'altra però di tali sostanze può dar luogo ad alcune considerazioni; e sono queste: che lo zolfo, benchè dotato di una azione elettro-chimica che lo avvicina all'ossigeno, può trovarsi in condizione tale da essere considerato come un corpo

elettro-positivo: cioè ogni qual volta esso si unisca all'ossigeno o al cloro, e quindi allorchè essa provenga dalla decomposizione del suo cloruro o de' suoi ossi-acidi o de' sali che questi compongono. In vero non potrebbesi dire altrettanto del cloro, niuna analogia prestando argomento di rivolgersi ai clorati o cloriti, analogamente a ciò che ho detto de' solfati. Si è veduto però di sopra come esso possa forse provenire, secondo la ipotesi del Gay-Lussac, senza che abbiasi a supporre che il cloro sia ivi trasportato dalle correnti elettriche: cioè che l'acido idroclorico proceda dalla decomposizione dell'acqua del mare, venendo essa a contatto de' metalli degli alcali. Egli potria credersi però che in alcuni casi almeno l'evoluzione dell'acido idroclorico provenisse dal trovarsi nelle vicinanze del focolare de' vulcani delle masse di sale comune, e quindi anche in tal caso indipendentemente dalla circolazione e dai trasporti già menzionati. Che il calore possa ivi volatilizzare questo sale, che ivi possano unirsi circostanze atte a decomporlo, sì che si formi l'acido idroclorico, è ciò che può credersi con tutto fondamento. Non avviene egli altrettanto nelle fornaci delle majoliche? Forse in questo caso s'unisce anche l'idrogeno che si svolge dall'ossidazione de' metalli per mezzo dell'acqua; il quale, se non è valevole a cagionare direttamente la decomposizione del cloruro, può favorirla almeno per la sua tendenza ad unirsi al cloro. Una tale supposizione viene suggerita dal sapersi come il Vesuvio, uno de' vulcani, in cui più che in ogni altro abbondano i vapori di acido idroclorico, abbia soventi volte cacciato fuori delle masse considerevoli di sal marino; oltre di che questo sale non di rado si scorge in cristalli incastrati ne' grandi massi dal vulcano stesso eruttati. Secondo tali supposizioni adunque può credersi che il cloro sia il prodotto di qualche circostanza estranea alla causa generale de' fenomeni vulcanici, quale da me si suppone.

216. Accennati così i punti principali di questa mia ipotesi sulla natura e sui fenomeni dei vulcani, imprenderò ora a rilevare quali sieno appunto que' fenomeni che io credo ricevere da questa ipotesi stessa una più facile spiegazione. Al quale proposito dirò primieramente del vulcano di Stromboli; le cui eruzioni quasi che perenni al certo, meglio che con verun'altra ipotesi, concordano con una teoria che suppone

un continuo afflusso di materie, le quali possano incessantemente riparare le sue perdite e somministrare nuovi materiali ai vapori ed alle sostanze concrete ch'esso sempre dà fuori. E questo afflusso di principii rende del pari ragione in generale della immensa quantità di lave, di pietre ec. eruttate dai vulcani. Aveva già il Patrin posto mente a ciò, ed aveva fatto osservare, forse esageratamente, che se le lave dell'Etna avessero lasciato nell'interno loro un vuoto eguale alla loro massa, l'Etna istesso non solo, ma l'intera Sicilia avrebbe a temere di essere da un istante all'altro inabissati; e la nostra penisola pure, in cui arsero un tempo tanti vulcani, sarebbe minacciata da un pari destino. Per la qual cosa trovò egli nella sua teoria de' fluidi acriformi il modo onde, al creder suo, conciliare la massa immensa delle eruzioni vulcaniche e l'innalzarsi, anzi che sprofondarsi, de' monti ignivomi; immaginando egli che i fluidi stessi fossero bastanti a dare origine alle pietre, alle sabbie, alle lave ec. (1). Si è veduto di sopra che a ciò rivolse pure la sua attenzione il Daubeny; il perchè immaginosi da lui il modo di assegnarne la spiegazione, ricorrendo ad una supposizione del tutto conforme alla mia.

217. Serve del pari questa mia ipotesi ad assegnare l'etiologia di un fenomeno non meno importante; e questo si è, che in molti terreni vulcanici esistono delle miniere metallifere, talvolta in ammassi o filoni, li quali ciascuno comprende essersi dovuti formare pel concorso de' loro elementi avvenuto dappoi; conciossiachè in quanto ad essi non potrebbesi certo far ricorso a quelle ipotesi da altri immaginate intorno all'origine de' filoni in generale; di che si tratterà nel seguente capitolo. E di questo fatto, di che un tempo citavasi appena un qualche esempio, ch'è anzi della sua realtà dubitavasi da non pochi, possono ora noverarsi alquanti casi. Eccone alcuni. Oltre la miniera d'oro ricordata da Strabone (2) nell'isola d'Ischia, la quale, come si sa, è interamente vulcanica, della cui asserzione, per le cose già dette altrove intorno alle osservazioni degli antichi, niuno forse vorrebbe appagarsi; ricorderò da prima quella del metallo stesso che si trova a Nagy-ag

(1) Hist. nat. des min. t. 5. p. 203.

(2) Geogr. lib. V.

in Transilvania, e che alcuni posero, e l'Hacquet in particolare, nell'interno di un cratere vulcanico; la quale però sembra indubitatamente esistere in un terreno trachitico, cioè in una roccia generalmente riguardata di origine vulcanica (7). In terreno di una pari origine trovasi pur anco, al dire del Patrin, la miniera di mercurio di Guanca Velica, e quella che giace nel nord dell'Asia presso ad un antico vulcano denominato Monte di zolfo (1). Il Beudant, parte per le proprie osservazioni e parte sulla fede dell'Humboldt, menziona pure le seguenti: miniera di ferro che si scava ne' contorni di Ungvár in Ungheria in terreno trachitico (2), ed altre simili pure in conglomerati trachitici a Zamuto ne' dintorni di Varano, a Kenderecske (3); miniera d'oro ne' depositi trachitici a Telkebanya (4); minerale aurifero nel paese di Bareghszasz in un conglomerato pumiceo (5); i filoni auriferi di Villalpando al Messico, li quali attraversano le rocce di terreno trachitico (Humboldt) (6). Sono pure da essolui indicate alcune miniere di mercurio in terreno similmente trachitico, non che quelle di Chica che, secondo le osservazioni del predetto Humboldt, esistono in filoni nel *Pechstein-porphyr*; intorno a che però egli propone il dubbio se questa roccia sia veramente analoga alla trachite (7). Sulla fede dell'Humboldt medesimo si asserisce come cosa fuor di dubbio che i minerali auriferi di Königsberg, oltre quelli di Telkebanya già menzionati, giacciono in una roccia di trachite o in rocce felsipatiche disgregate che ne dipendono (8). E più generalmente dirò le fenditure delle trachiti racchiudere talvolta dei minerali auriferi, argentiferi, piombiferi ec. (9). In fine il tante volte ricordato Humboldt nel presentare alla Società di Farmacia di Parigi alcuni saggi di osmio, palladio ed iridio,

(1) Hist. nat. des miner. t. 4. p. 323.

(2) Voy. en Hongrie t. 3. p. 421.

(3) L. c. p. 420.

(4) L. c. p. 476.

(5) L. c. p. 477.

(6) L. c. p. 478.

(7) L. c. p. 481.

(8) Dict. Sc. nat. t. 36. p. 233.

(9) Dict. Sc. nat. t. 46. p. 117.

rivenuti nelle sabbie de' monti Oural, asserir trovarsi essi in matrici vulcaniche (1).

218. Come una ipotesi che suppone un continuo afflusso di principii sia consentanca a quelle osservazioni, per le quali si vede che la massa delle lave va continuamente arricchendosi di sostanze, di belle cristallizzazioni, come segnatamente si osserva ne' campi Flegrei, egli è facile a vedersi. Con una tale supposizione concordano pure que' vapori che di continuo s'innalzano non solo dai crateri, ma eziandio dalle fenditure delle lave anche meno recenti; il perchè si vede le materie, che per me si suppongono convenire ne' focolari de' vulcani, essere continuamente volatilizzate dal calore che ne' vulcani attuali non si estingue mai del tutto, e venire così portate attraverso alla massa delle lave già consolidate. Chè anzi cesserà perciò ogni maraviglia, se ne' prodotti de' vulcani si osservano formarsi sostanze proprie di diversi terreni, considerando come ne' vulcani stessi concorrano tanti diversi principii; i quali possono poi, a norma delle loro proporzioni e d'altre circostanze, vestire la natura or di questo ora di quel minerale.

219. Ripeterò qui quanto già si disse in principio: cioè esserc io ben lontano dal presumere di assegnare per le cose premesse una perfetta teoria de' vulcani, e dalla lusinga che questa mia ipotesi abbiassi a preferire ad ogni altra, ed in ispecie a quella dell'insigne Davy. Avvisandosi anzi da me potersi forse i nostri pensamenti mettere d'accordo, immaginando che que' corpi, che io credo essere dall'elettricità trasportati nel focolare de' vulcani, possano provenire forse in alcuni casi, per lo stesso mezzo della massa fusa che occupa l'interno della terra; senza togliere però che in talune circostanze essi procedano da decomposizioni, siccome si è detto. E se mi sia concesso alle precedenti considerazioni aggiugnerne tal'altra per servire di confronto fra la sua e la mia ipotesi, dirò stare a prò della mia l'influenza che ha sui vulcani la vicinanza dei mari. Ove si ammetta col Davy e col Cordier che la materia de' vulcani provenga dalla massa fusa che sta nell'interno della terra alla superficie mediante le fenditure, o qualunque altra

(1) *Jour. de Pharm.* t. 11. p. 266.

soluzione di continuità che si trovi nella crosta consolidata, niuna influenza aver dovrebbe in sul fenomeno lo stato della superficie stessa. Al contrario si vede quasi costantemente essere i vulcani presso ai mari, tranne poche eccezioni, ed essersi i loro fuochi estinti allorchè questi si allontanarono. Non si saprebbe veramente indicare con qualche precisione come la presenza de' mari valga a promuovere o a mantenere quelle correnti elettriche che da me si suppongono; ma ove si ammetta una causa locale de' vulcani, può credersi che una circostanza del pari locale abbia una qualche relazione col fenomeno; niuna può averne nell'ipotesi del chimico inglese; essendo che, ovunque l'acqua o l'aria può farsi strada per entro alle soluzioni di continuità della crosta consolidata della terra.

E dando qui termine a ciò che riguarda i vulcani in particolare, per riprendere a favellare della circolazione in generale, dirò conchiudendo intorno a questa, doversi dedurre che dalla circolazione elettrica, che si opera incessantemente in tutta la massa della terra, ne provenga la circolazione di altre sostanze, segnatamente de' corpi gasosi; i quali la loro volta servono a favorire altre decomposizioni ed altri trasporti di sostanze di varia natura; che perciò le masse minerali soggiacciono ad incessanti alterazioni, ad un reale traslocamento de' loro principii; e finalmente che questa circolazione, anzi che limitarsi alla massa solida del nostro pianeta, si estende forse alla sua atmosfera. Se col soccorso di tali principii io sia giunto ad assegnare una giusta etiologia de' fenomeni vulcanici, lascerò ai fisici il giudicare.



NOTE AL CAPITOLO XIII.

(a) Che l'evoluzione e circolazione di questo gas sia dipendente dall'elettricità lo conferma una osservazione del Fournet (*Bull. Univ. Sc. Nat. sept.* 1829. p. 333). Assicura egli che nelle miniere di Barbecot lo svolgimento del gas predetto aumenta di molto allorchè spira il vento di Ovest e ne' temporali. « In questo caso, dice egli, la sua accumulazione è talvolta sì grande che si rende impossibile il rimanere « negli scavi più bassi, mentre che esso d'ordinario non s'innalza che « di alcuni pollici dal terreno. La temperatura delle gallerie aumenta « allora notabilmente, sì che si prova del calore alle gambe. Il gas debbe « fuor dubbio la sua temperatura ai luoghi profondi da cui proviene. »

(b) Può ricordarsi in questo luogo quell'opinione del Saussure, che le rocce solide sieno atte ad assorbire l'azoto e l'ossigeno a proporzioni eguali, anzi che nella proporzione in cui si trovano nell'aria atmosferica. Ed egli verrà pure in acconcio il richiamare alla mente de' lettori quella del Meinecke; da cui si tiene che l'aria che penetra la massa della terra sia in una continua oscillazione; in modo che reagendo essa sull'aria dell'atmosfera esterna, ciò sia la cagione delle variazioni del barometro.

(c) A tale proposito può rammentarsi quella in cui l'Orsini, mio rispettabile amico, rinvenne quell'alga, che il Menighini appellò da lui *Coccochloris Orsiniana* (1).

(d) Un fatto riferito dal Fournet (*Bull. Un. Sc. nat. sept.* 1829. p. 333.) anche più direttamente dimostra che quest'azione dell'acido carbonico sull'acido silicico abbisogna per sortire il suo effetto del concorso di una qualche circostanza, sia questa per lo appunto la compressione, ovvero, e forse più probabilmente, l'elettricità. Narra egli di avere osservato un filone profondamente corroso dall'azione di questo gas, talchè egli lo descrive cariato, sminuzzato, e disgregato. L'acido però aveva agito soltanto sulle sostanze del filone stesso che sono per loro natura intaccabili da questo gas: cioè i carbonati di calce, di ferro, di manganese, che furono perciò ridotti allo stato di bi-carbonati e resi quindi solubili nell'acqua. Al contrario vedevansi intatti il quarzo, la barite, il serpentino, la galena. Il perchè rilevasi in questo caso, per mancanza verisimilmente delle circostanze predette, l'acido carbonico avere lasciati intatti que' corpi che senza di esse resistono alla sua azione.

(e) Merita di essere riferita in questo luogo una nota che lo stesso Humboldt unisce ad una sua memoria che si trova negli *Annales des Chimie* (t. 27. p. 141). « Alcuni metalli sciolti ne' gas, dice egli, for-

(1) Atti della prima Riunione degli Sc. Ital. p. 174.

«mano un oggetto importantissimo per la meteorologia e la mineralogia. «Egli è un fatto pienamente averato che le bolidi o globi di fuoco la-
«ciano spesso cadere de' pezzi di ferro per la metà ridotti in iscorie.
«Questo ferro non esiste esso in uno stato gasoso negli strati i più ele-
«vati dell'atmosfera? Non s'innalza esso col gas idrogeno che in ab-
«bondanza sollevasi dalle paludi? I mineralogi conoscono già i be' gruppi
«di cristallo di rocca o di spato calcario incrostati da un lato soltanto
«di pirite o di galena. Il loro aspetto ci presenta l'idra di un soffio o
«getto di vapore che ha depositate queste materie metalliche, e che non
«si è portato che su di un lato soltanto de' cristalli medesimi. Questo
«soffio sarebbe egli mai una corrente di gas idrogeno metallifero? Io
«non espongo queste idee che come cenai fondati sull'analogia de' fe-
«nomeni chimici. » Le quali cose, come si vede, possono in qualche
modo validare quanto accennava già l'Heller in un luogo riferito dal
Buffon (OEvr. comp. L. V. p. 97. edit. Richard); il quale similmente
ricordava i vapori carichi di atomi e di molecole minerali, ch'essi, al
dire di lui, depositano sulle pareti delle fenditure delle rocce, ed ivi
danno perciò cagione ad una incrostazione, perchè alla fine esse si ostrui-
scono e formano ciò che noi appelliamo filoni metalliferi.

(f) A dimostrare la solubilità del potassio nel gas idrogeno basta-
vano le osservazioni del Sementini su quello ch'egli denominò gas idrogeno
potassiato. Ora si sa che una tale soluzione si opera in molti casi e par-
ticularmente nella preparazione di questo metallo, sia col metodo del The-
nard, o sia con quello del Brunner: cioè mediante il tartaro carboniz-
zato, non che pel semplice riscaldamento del potassio nel gas idrogeno;
in tutti questi casi ottenendosi un gas che infiammandosi lascia per residuo
la potassa.

(g) Dumas, *Ann. ch. et phys.* t. 43. p. 316. Il Dumas medesimo, nel
render conto di queste sue osservazioni, riferisce quelle pur anche del Guet-
tard e di Marcel de Serres, comprovanti l'esistenza di un gas infiammabile
che si osserva nelle miniere di sale e che talvolta si rende libero.

(h) Hist. nat. des. min. t. 5. p. 216. Conviene dire però che un tal
caso cui allude il Patrin è forse più raro di quello che da lui si suppone;
perciocchè i laghi le cui acque hanno un qualche esito o che vengono at-
traversati da fiumi sono in generale d'acqua dolce. Merita bensì di essere
ricordato il lago di Meri, ora lago Caroute o Birket-elkarum, altre volte
serbatoio di acqua dolce destinata all'irrigazione delle terre; il quale al pre-
sente racchiude un'acqua più salata di quella del Mediterraneo; di che ne
fa fede il gen. Andreossi (*Voy. à l'emboc. de la Mer noire* p. 62.). Egli
accenna pure ad alcuni laghi salati de' deserti che separano l'Egitto dalla Si-
ria: da quali le tribù arabe fino da tempo immemorabile traggono il sale,
sì ch'essi dovrebbero esserne rimasi esausti; ed egli quindi conviene che il sale
si riproduca. Al quale proposito merita che si riferisca una saggia conside-
razione del Patrin; dal quale si dice: che se il sale, di cui abbondano i
laghi del basso Egitto, si vuole da alcuni dotti osservatori ascrivere al sale
che si trova sulle colline soprastanti sciolto e trasportato dalle acque, resterà

poi a rendersi ragione dell'esistenza del sale medesimo su quelle eminenze. (*N. Diet. d'Hist. nat.* t. 21. p. 118). Al dire di Strabone i laghi amari dell'interno dell'istmo di Suez erano uo tempo d'acqua dolce.

(i) Può vedersi su questo il Breislak (*Instit. de Geol.* §. 600. ec.); il quale le credeva sì abbondanti da servire di alimento ai vulcani.

(k) Oltre i radicali degli alcali e delle terre, da cui sono formate le lave e le tante sostanze minerali di cui è ricco il Vesuvio, vi si trovano pure il manganese, il ferro, il rame, il piombo, l'arsenico, il titanio, forse l'uranio (Monticelli e Covelli, *Miner. Vesuviana*) ed il cobalto. (Davy, *Phil. Mag. and Ann. of Phil.* n.º 20. p. 89).

(l) Non lascerò di dire che questa idea di sostanze trasportate dalle correnti elettriche ed accumulate nel focolare de' vulcani, viene pure seguita da due altri fisici. Il Wilbrand l'espone chiaramente nel suo scritto, in vero alquanto trascendentale, sulla *Legge della polarità* (*Jour. des progr. et inst. med.* t. 14. p. 54). Dopo di aver egli accennato alle relazioni che passano tra i fenomeni della pila e quelli de' vulcani, il perchè le viste del Davy sulle azioni elettro-chimiche che si operann nell'interno della massa terrestre, al credere di lui, acquistann maggior fondamento; espone egli l'opinione che « il fenomeno del trasporto delle sostanze verso i due poli della « pila non si limiti soltanto a questo apparecchio; ma essere da presumersi « che accada lo stesso nell'interno della terra » ogni volta che esistano le condizioni necessarie. Il Daubeny, cui debba tanto la storia dei vulcani, e segnatamente del Sinai (*A descript. of act. and ext. volc. etc. Edinb. Review.* n.º 90. p. 206), accenna pure ad una accumulazione di materie nell'interno de' vulcani onde assegnare la cagione della immensità delle materie da essi eruttate, senza che i monti ignivomi siensi diminuiti di mole.

(m) L'aria sola non basta in vero a fare che i radicali degli alcali s'ioffammino. Cin accade però, specialmente rispetto al potassio, se il calore intervenga. Ora tutto ci porta a credere che questa circostanza non manchi nel focolare de' vulcani.

(n) Ved. *Diet. Sc. nat.* t. 58. p. 404.; Monticelli e Covelli, *Miner. vesuv.* p. 29. L'acqua è quella che nelle esalazioni de' vulcani tiene in sospensione lo zolfo ed altri corpi.

(o) L'attrazione del carbonio verso l'ossigeno, energica sì da toglierle questo principio ai corpi che lo ritengono colla maggior forza, per esempio al potassio, è quanto occorre perchè lo si abbia a considerare siccome dotato di una forte azione elettro-positiva. Il Davy collocava già questo corpo fra quelli da essolui compresi nella Divis. IV. della sua *Filosofia chimica*; a' quali si ascrive da lui la proprietà di venire nelle combinazioni voltiane separati alla superficie negativa, e di essere nelle loro azioni elettriche e chimiche opposti all'ossigeno ed al cloro. In fine possono citare all'uopo quegli sperimenti dell'Hare e del Silliman, operati per mezzo del deflagratore; ne quali essi videro staccarsi dal carbone, che comunicava col polo positivo, delle particelle, le quali andavano ad accu-

mularsi sulla punta della sostanza istessa aderente al polo negativo. (Berzel. *Tract. de Chim.* t. 1. p. 150.)

(p) Ved. Monticelli e Covelli l. c. p. 25. Si comprende già come io accenni soltanto ai radicali di questi composti, senza dare alcun peso ai loro diversi gradi di ossidazione. Il calore che si svolge ne' vulcani e l'azione dell'aria che viene a contatto de' radicali medesimi bastano a rendere ragione dello stato ch'essi prendono dappoi.

(q) Il Tondi, che visitò quella miniera, non la pone veramente in suolo vulcanico (*Elem. di Orit.* t. 1. p. 81.); ed egli stesso mi asseverava non essere certamente di tal sorte il terreno in cui giace quella miniera. La discrepanza fra l'Hacquet ed il Tondi su questa osservazione di fatto può verisimilmente dipendere dallo allontanarsi quest'ultimo, siccome è noto, dall'opinione seguita dalla maggior parte de' geognosti intorno all'origine vulcanica di alcune rocce. Il Brongniart (*Dict. Sc. nat. art. Or (Min.)* t. 36. p. 228. et s.) esclude l'esistenza di questa miniera nella trachite, ponendola in vece in una roccia sienitica, riportandosi alle osservazioni del Deudant ed accennando al suo viaggio in Ungheria. Questo autore però, nell'opera appunto indicata dal Brongniart, dice bensì (t. 3. p. 479.) essere meritevole di conferma l'asserzione dell'Hacquet, ma al tempo stesso assicura non essere essa senza verisimiglianza. Oltre di che giova l'osservare che nell'art. predetto (l. c. p. 233.), in un passo forse tratto dall'Humboldt, si dice: « Il Breislak e l'Hacquet avevano asserito « che le miniere d'oro in Transilvania erano situate nel cratere di un antico vulcano. Se la loro posizione in un terreno vulcanico non è così « evidente come porterebbe a supporlo una tale espressione; egli è vero « almeno che le trachiti, le quali formano la parte principale della roccia « che racchiude l'oro, sono al presente considerate quasi generalmente « come una roccia d'origine ignea o vulcanica. »

CAPITOLO XIV.

Moto molecolare considerato ne' suoi effetti nelle masse minerali.

220. **E**saminata per le cose precedentemente discorse la natura de' solidi e come le parti loro siano infra esse distanti ed atte a muoversi alquanto liberamente; come diverse cause incessantemente cospirino a dar cagione ad un tale movimento; fra le quali l'elettricità in ispecie distinguesi; queste sole considerazioni di per sè basterebbono a chiarire siccome necessario effetto quell'eterna successione, dirò così, di cambiamenti e di alterazioni nella massa terrestre, che veramente non pochi fatti valgono ad attestare. Nondimanco egli conviene che di questi fatti medesimi si prenda qui a ragionare distintamente; fra' quali però per amore della brevità preferendo i più convincenti, passerò non pochi di essi sotto silenzio. Ed anzi trovandosi molti di cotali fatti riferiti nelle opere degli scrittori de' tempi più o meno remoti, da essi sopra tutto mi asterro interamente, comprendendo io bene che in su di essi mal potrebbe fondarsi una dottrina qualunque, perciocchè essi mancavano di que' lumi e di quella precisione che si rendono indispensabili ad osservare convenevolmente i fenomeni naturali, e spesso le menti loro erano comprese o da' principii non abbastanza ponderati o da quell'amore del maraviglioso, da cui soltanto la moderna filosofia ha saputo sceverarsi del tutto; sebbene intorno alle costoro osservazioni si voglia dire che, trovandosi esse in qualche modo concordi con quelle de' moderni possono ora tenersi in conto di alquanto pregievoli.

221. Gli effetti di quel continuo movimento che si opera in tutta la massa terrestre, si fanno manifesti anche alla più superficiale osservazione per quello stato di disfaccimento e di decomposizione che si osserva in molti minerali. E se in generale furono tali alterazioni, siccome altrove si disse, ascritte all'azione dell'atmosfera, dell'acqua ec., confido che le cose

da me considerate ne' capitoli precedenti e specialmente nel cap. XI. racchiudano in sè quanto occorre ad escludere una sì fatta credenza; di modo che il riprendere qui una tale dissamina sarebbe soverchio. E del pari io avviso ch'egli sarebbe un dilungarsi oltre il dovere se qui si volesse riferire tutti que' casi di decomposizione più o meno profonda che le masse minerali presentano, siccome cosa nota abbastanza a chiunque abbia rivolta l'attenzione sua allo studio delle montagne ed alla storia del pianeta che noi abitiamo. Porta il pregio però che qui se ne accenni taluno de' più notevoli; li quali io tengo spargere una qualche luce in sulla tesi mia, siccome quelli che si operano fuori dell'azione dell'atmosfera e di ogni altra delle cause esterne. Lasciando perciò di favellare e della decomposizione che si opera in tutta la massa de' basalti, nelle lave, alla superficie delle rocce granitiche e simili; di ciò che presentano quelle montagne presso ad Andersbach, di una delle quali rimane appena lo scheletro, nell'altra osservandosi già delle fenditure profondissime (1); tacendo similmente di quell'immenso foro di figura prismatica, il quale attraversa tutta intera la montagna di Torgbatten; merita io credo una speciale menzione ciò che il Gahn ed il Berzelius insieme riferiscono della gadolinite e dell'itrocerite da essoloro osservate a Fahlun. Le quali, quantunque impegnate nel quarzo, si vedono decomposte alla loro superficie, tal che la prima appare ricoperta da una sostanza simile alla ruggine del ferro (2). Similmente dicasi de' cristalli di feldispato e di anfibola quali talvolta si trovano ne' porfidi. Si sa che il primo non di rado osservasi ridotto a tale da presentare un aspetto terroso e farinoso; ed il Beudant asserisce d'avere soventi volte trovata l'anfibola in uno stato onninamente terroso; per il che essa non era riconoscibile che per la sua figura (3). E poichè niuna analogia porta a supporre l'esistenza di cristalli in origine polverosi, cioè formati di parti incoerenti fra loro; se anzi questo opporrebbe a tutto quanto di più fondato si sa intorno alla genesi de' cristalli, siccome si avrà fra breve oc-

(1) Zoellner, ann. des Voy. par Eyries et Malte-Brun t. 13. p. 209.

(2) Ann. ch. et phys. t. 2. p. 411.

(3) D'Aubuisson, Tr. de Geog. t. 2. p. 130.

casione di rilevare a proposito di una cotale supposizione del D'Aubuisson; è mestieri il credere che le predette due sostanze, quantunque racchiuse nella massa densissima de' porfidi, abbiano potuto passare dallo stato cristallino a quello di una sostanza incoerente. E quantunque la compattezza della roccia che comprende tali cristalli basti ad escludere l'influenza della infiltrazione e dell'azione decomponente dell'atmosfera, gioverà l'osservare che se tali cause avessero dato cagione al tramutamento delle predette due sostanze, i loro effetti si scorgerrebbero eziandio nella base del porfido stesso; ciò che sopra tutto vale in riguardo ai cristalli di anfibola; siccome è facile a vedersi tosto che si ponga mente all'analogia di composizione che passa tra l'anfibola stessa ed i porfidi a base di afanite, che appunto sono quelli in cui più frequentemente essa si trova compresa (1).

222. Il kaolino presenta un pari caso di decomposizione e forse più valutabile dei precedenti, essendochè esso non si restringe a pochi luoghi, e di più un tale fenomeno si estende sopra masse considerevoli, sopra strati di una grande amplitudine. Intorno a che fa d'uopo che io mi trattenga alcun poco, perciò che diversa è l'opinione di alcuni e rispettabili naturalisti riguardo alla causa che fu cagione del disgregamento delle parti del minerale che si converte in kaolino, siccome or ora sono per dire. Aveva già l'illustre Brocchi avvertito distinguersi il kaolino per alcune sue proprietà dal feldispato da cui proviene, potendo esso stemperarsi nell'acqua e formare perciò una pasta duttile, offerendo così i caratteri dell'argilla; il che non si ottiene col feldispato quanto più si possa sottilmente polverizzato. Le quali considerazioni sue furono poscia indirettamente convalidate dalle ricerche del Berthier di sopra riferite (§. 166.) non che dalle più recenti del Fournet (2); dalle quali si rende ehiao che la eliminazione del silicato di potassa è ciò che dà origine a questa sostanza. Lo che vale ad escludere che ciò si debba all'acqua d'infiltrazione; perocchè, siccome avvertivasi nel luogo dianzi citato, del tutto insolubile è la sostanza che conviene che sia eliminata dalla com-

(1) D'Aubuisson l. c.

(2) Ann. ch. et phys. t. 55. p. 242.

posizione del feldispato affinchè questo si converta in kaolino. Che poi un così fatto cambiamento non possa ascriversi all'azione dell'atmosfera, lo prova con pari evidenza la profondità de' letti in che si trova il kaolino istesso. Il D' Aubuisson, uno di quelli che a' fluidi atmosferici attribuiscono cotanta azione ove si tratti della decomposizione de' minerali, dovette pur esso escludere questa causa riguardo ad alcuni di que' graniti in cui si osserva il feldispato tangiato nella sostanza predetta. E in vero, come immaginare che questa supposta azione distruttrice dell'atmosfera giunga a penetrare in tutta la loro spessezza que' graniti che appunto vengono da taluni chiamati graniti a kaolino, e che in alcuni luoghi, come a Kronowitzhof, Wullendorf ed altrove nelle montagne del sud-ovest della Germania, sono al coperto dell'azione dell'atmosfera mercè di un'altra roccia che ad essi sovrasta (1)? E dicasi di più, come potrebbe quest'azione portare la sua influenza su tutta l'estensione delle masse da cui alcune montagne vengono in certa guisa attraversate, ed in cui si scorge essersi uniformemente operata una tale metamorfosi? Il D' Aubuisson, è vero, suppone essere lo stato naturale ed originario del kaolino quello di corpo polveroso (2); ipotesi, per quanto io avviso, meno di ogni altra sostenibile. Si sa che questa sostanza non di rado conserva la forma cristallina del minerale da cui proviene; ed il supporre, come non ha ancor molto si disse, de' cristalli in origine formati di parti incoerenti, non solo ha contro di sè ogni analogia, ma eziandio si renderebbe affatto inesplicabile. Come potrebbe in fatti l'attrazione determinare la disposizione delle parti per formare de' corpi regolari, e non determinare a un tempo la coesione delle parti? Oltre di che giova il dire come una tale supposizione, da verun altro per quanto io sappia seguita, venga direttamente contraddetta da una osservazione del Playfair (3); il quale osservò in un granito, in cui il feldispato era quasi ridotto allo stato di argilla, che i cristalli di quarzo mostravano le impronte lasciatevi dal feldispato stesso; osservazione ora da altri pure attestata, asserendo il Fournet

(1) Boué, Ann. Sc. nat. t. 2. p. 173.

(2) Tr. de Geogn. t. 2. p. 72.

(3) Exp. de la théor. de Hutton, note XV. §. 140.

che nella collezione del Brongniart si trovano non pochi saggi in cui il quarzo conserva impronte profonde e distinte del feldispato, che si è cangiato in sostanza terrosa (1). Il che certamente non sarebbe avvenuto se il feldispato non avesse avuto in origine la sua naturale consistenza. E intorno al kaolino dirò finalmente che il Becquerel, i cui principii ebbi già occasione di riferire (§. 142.), in questo pure sembra concordare colla mia sentenza, avvisando egli come cosa almeno possibile che un trasporto cagionato dall'azione elettrica delle parti, al pari di quello che avviene nella cementazione, sia ciò che dà origine a « quelle decomposizioni cui soggiacciono « dalla superficie al centro e dal centro alla superficie alcune « masse considerevoli di granito (2).

223. E se pure fosse mestieri soccorrere le precedenti cose per alcuna analogia, egli sembra a me che a tale uopo varrebbero quelle osservazioni del Grateloup (3) sulle colline de' contorni di Dax. In alcuni scavi fatti colà, e alquanto profondi, il basalte da cui sono formate quelle colline si trovò essere giunto a diversi gradi di decomposizione. In taluni punti osservavasi questa cotanto inoltrata, che il basalte era interamente converso in una sorte di terra alluminosa; la quale serbava ciò non pertanto la forma e la struttura della massa basaltica da cui essa proveniva, scorgendovisi ed i nuclei e gli strati concentrici delle sfere componenti la massa istessa. Prescindendo qui da qualunque delle diverse opinioni intorno alla genesi di cotali sfere, la loro struttura in istrati concentrici, la considerazione che il basalte fu da prima in istato di fusione ignea, e quindi il non potersi in verun modo presumere ch'esso sia passato dallo stato di massa fusa immediatamente a quello di massa incoerente; tutto ciò basterebbe a provare essere state in origine cotali sfere in istato solido. Il provano poi con evidenza anche maggiore quelle sfere che nel luogo medesimo osservavansi, al dire del Grateloup istesso, or più or meno alterate nella loro consistenza, ed alcune in istato di conservazione. Ecco adunque altra sostanza che a qualche profon-

(1) Ann. ch. et phys. t. 55. p. 225.

(2) Ann. ch. et phys. t. 49. p. 132.

(3) Jour. de Phys. t. 85. p. 413.

dità nel suolo, e quindi fuori dell'azione dell'atmosfera, lasciando senza dubbio lo stato di coerenza delle proprie parti, soggiace ad una alterazione conforme a quella del kaolino: o per meglio dire, ecco che il basalte di Dax fa conoscere che alcuni minerali possono passare dalla condizione di sostanza cristallizzata e solida a quella di corpo incoerente; lo che perciò, siccome dissi, presta del fatto una valevole analogia. E questo modo di considerare la genesi delle sfere basaltiche di Dax, ascrivendo la loro conformazione alla decomposizione, ciò che veniva da me espresso già fino da vari anni addietro (1), è la sentenza che al presente si segue pure dal Fournet (2), che forse non conobbe quanto da me si era detto a tale proposito; ed egli al pari di me crede che questi due fatti si abbiano a riguardare siccome analoghi fra loro. Mi gioverò anzi di altri fatti di questa specie da essolui menzionati. Ricorderò io perciò le fonoliti, trachiti, obsidiane ch'egli annovera tra le sostanze che vanno soggette a simile alterazione; nè tacerò quanto si asserisce da lui, sulla fede del Regnaud, di quella smisurata sfera in figura di ellissoide schiacciata, di forse cento piedi di altezza nel suo minore diametro, un frammento della quale forma la montagna di Langenberg presso a Bonn sul Reno; la quale risulta da un pari disfacimento. Le quali cose servono a far viemmeglio conoscere quanto frequenti sieno le decomposizioni de' minerali. Se però in questo le nostre opinioni sono conformi fra loro, nello stabilire la causa perchè il kaolino e le altre sostanze qui sopra menzionate vengono a decomporsi ed a perdere la loro originaria coerenza di parti, la sua e la mia sentenza divergono alquanto. Meglio concordevoli colla mia sono forse i pensamenti del Gehlen; il quale, recando in mezzo le osservazioni del Voigt, opinava, e il Voigt stesso il seguiva in ciò, doversi la decomposizione del feldispato, che si cangia in kaolino, ad azioni polari promosse dall'influenza delle rocce contigue; traendone argomento dalle sperienze del Davy e del Simon e dai trasporti da essi ottenuti col soccorso dell'elettricità.

(1) Del moto int. delle parti de' solidi, mem.^a II. Firenze 1820 p. 57. e s.

(2) Ann. ch. et phys. t. 55. p. 231.

E questa opinione appunto si vuol contraddire dal Fournet, accennandosi da lui alcuni esempi, in cui l'indipendenza di posizione e l'omogeneità della roccia sembrano contraddire una sì fatta teoria. Comunque però egli sia di ciò; comechè a lui piaccia, più che all'elettricità che proviene dal contatto, attribuire questo a quella inerente alle molecole de' corpi; ad uno stato forzato nella disposizione delle parti del feldispato, ad una spontanea tendenza al dimorfismo od all'isomeria; se oltracciò egli ascrive la separazione de' componenti del feldispato in due diversi silicati all'acido carbonico; tutto ciò infine si riduce ad un moto molecolare nelle parti del feldispato, che perciò si converte in una sostanza polverosa: in kaolino.

224. A questi cambiamenti nella consistenza o natura di alcune sostanze minerali, cui si è dato il nome di decomposizione, conciossiachè si vollero considerare come una sorte di disfaccimento, d'ordinario ascritto all'azione distruttrice dell'atmosfera, ma che io avviso doversi in vece tenere in conto di un primo passo a nuove produzioni, od almeno come un anello di quella catena di fenomeni che incessantemente si operano in tutta la massa della terra; li quali per la loro lentezza, sfuggendo ad una superficiale considerazione, non ottennero per lo addietro da' fisici tutta quell'attenzione di cui veramente sono essi meritevoli; a questi cambiamenti, io dico, porta il pregio che si pongano a lato altri, in che è forza che per noi si scorga ben altro che un semplice disgregamento di parti, se la solidità o forza di aggregazione si serba anzi d'ordinario in que' corpi ne' quali sì fatti mutamenti hanno luogo; il che vale perciò a meglio convalidare quanto da me testè si avvertiva. Di tal fatta appunto si è quella osservazione fatta pochi anni addietro dal Repetti, che io riferirò colle sue parole medesime. « Una cava da me visitata nel poggio Silvestro, di « pertinenza del sig. conte Andrea del Medico, non sommini-
« strava, circa 40 anni sono, che un marmo di aspetto quasi
« untuoso, di colore cenerino e sudicio a segno che ne fu
« allora abbandonato in tronco lo scavo. Ma lo stesso marmo
« avendo col lasso del tempo perduto tali difetti, ne furono
« recentemente ripresi i lavori, ed ora si estraggono grandiosi

« massi di un marmo fresco, purgato e candido al pari dei
« più belli statuari (1); intorno a che ogni riflessione sarebbe
superflua. Egli merita però che si faccia un qualche cenno
dell'opinione che, al dire del Repetti stesso, è invalsa tra'ca-
vatori carraresi: cioè che que' marmi si purghino; con che
essi vogliono significare che le sottili vene o nebulosità metal-
liche che in que' marmi si trovano, vadano col tempo atte-
nuandosi e per sino ad estinguersi. Ed egli è appunto in so-
stegno di una tale credenza e dell'opinione di quelli che am-
mettono un movimento intestino ne' solidi, ch' egli adduce
l'osservazione testè riferita.

225. Tra' cambiamenti di struttura a cui soggiacciono le
masse minerali egli e' mestieri che da noi si riponga quel *cli-
vaggio* di alcune rocce, che spesso viene confuso colla loro
stratificazione, e da cui conviene che esso sia distinto. Per
questo si vede talvolta il granito vestire la forma di massi in
prismi compressi, siccome si osserva al nord di Dartmoor; ed
il Carne osservava che questa roccia sulle coste della Corno-
vaglia presenta fenditure verticali; per lo che essa prende una
struttura colonnare. E questo è veramente da notarsi che le
fenditure di clivaggio nel granito spesso tagliano in due i cri-
stalli di feldispato; tal che si vede che quelle fenditure si
sono operate dopo la cristallizzazione della roccia medesima. E
questo si rende viemmeglio manifesto ancora in alcune rocce cal-
carie; le quali, non solo presentano delle fenditure di clivag-
gio in senso perpendicolare alla loro naturale stratificazione,
tal che esse si avvicinano in qualche modo alla figura rom-
boidale, ma tagliano a un tempo in due i petrcfatti che in
essi racchiudonsi. Come il granito, spesso si veggono i gres, e
segnatamente i gres silicei, essere divisibili in prismi romboi-
dali compressi o in altre figure regolari. Al quale proposito
potrebbero forse addursi que' gres in forme prismatiche a con-
tatto colle rocce di trapp, quelle crete cangiate in calcaria a
tessuto cristallino a contatto del basalte; di che si vede un
esempio nell'isola di Raghlin sulla costa settentrionale d'Irlanda,
ed altre simili. Dobbiamo in vero il trasmutarsi di queste rocce
nella loro struttura ascrivere all'azione del calore; ma egli

(1) Antol. di Firenze n.º 48. p. 170.

conviene del pari ammettere che quel calore non fu tale al certo da procurare la fusione delle medesime; imperocchè in tal caso ogni traccia di stratificazione sarebbe in esse scomparsa; ciò che al certo non può dirsi. E tosto che si escluda la fusione, è forza riconoscere in quelle alterazioni di forme e di struttura un movimento molecolare in una massa solida; potendo dirsi di esse ciò che si avvertiva parlando del vetro e della tempera de' metalli (§ 134). Mi guarderò in ogni modo dallo insistere sulle conchiusioni che possono desumersi da' cambiamenti avvenuti in rocce che si suppongono aver sofferto l'azione del calore, bastando già all'uopo quanto presentano i graniti, le calcarie ed i gres riferiti di sopra. Ed egli occorre qui il dire che il La Beche al pari di me considera la forza che diede cagione alle loro figure cristalline. « La tendenza, dice egli, che si osserva in un sì gran numero di « rocce, sia d'origine chimica ovvero meccanica, a dividersi « in solidi più o meno regolari, ci fa chiaramente conoscere « l'esistenza di una legge, qualunque essa siasi, in forza di « che le particelle della materia solida, indipendentemente « dalla sua origine, tendono a riunirsi secondo alcune forme « determinate (1) ».

226. Ed ecco altri fatti in cui ci è forza scorgere de' mutamenti ne' minerali; e mi giova il dire che il La Beche medesimo non può a meno di considerarli altrimenti che effetti di un reale movimento molecolare operatosi in forza di una reciproca attrazione di parti, comechè egli d'altronde ascrive alla infiltrazione alquanto influenza rispetto a' cambiamenti cui e le rocce ed i minerali soggiacciono. Accenna egli a que' ciottoli o noduli calcarei che spesso si osservano nelle argille calcarifere, disposti in letti o linee parallele alla stratificazione della roccia che li comprende. Li quali egli dice, che che possa farci credere di essi una superficiale ispezione, non potersi in modo veruno considerare come ciottoli ritondati prima della deposizione de' letti argillosi. Sono essi più ricchi di carbonato di calce della roccia detritica che li racchiude, per essersi le parti calcarie separate dal restante della massa; la quale, dice il geologo predetto, « se non contiene una quantità di quel car-

(1) Rech. sur la partie théor. de la Geol. p. 48.

« bonato bastevole a formare de' letti interamente calcarei, ne
 « racchiude però in proporzione sì fatta, perchè esso possa ri-
 « manere disseminato nella marna senza tendere a riunirsi in
 « piccole masse. » E questo pure conviene che si noti, e il
 nota pure il La Beche medesimo, che que' ciottoli sono co-
 stituiti di sfoglie, le quali seguono l'andamento di quelle della
 roccia ambiente; il perchè ci conviene considerare le une come
 una continuazione delle altre. Questo in somma ci fa cono-
 scere che que' ciottoli si sono formati dopo che le marne e
 gli scisti marnosi avevano preso la loro struttura, tal che
 quella forza, perchè le parti calcarie si separarono dal restante,
 non valse poi a distruggere la forma scistosa originaria. E che
 la cosa siasi veramente effettuata in cotal modo, cioè per es-
 sersi formati de' centri d'attrazione, il prova viemmeglio il
 trovarsi spesso nel centro di que' ciottoli calcarei un qualche
 fossile, sebbene una tale condizione manchi talvolta. Altrove
 però que' ciottoli, anzi che esscre isolati e separati gli uni
 dagli altri, costituiscono de' filari, che sono null'altro che una
 serie di ciottoli compressi, aderenti fra loro, siccome fa vedere
 la figura ch'egli ne ha dato (1). In questo caso il tessuto a
 sfoglie o scistoso non si osserva in que' ciottoli, « quasi che
 « l'aggregazione delle parti sia stata più completa. »

227. E ciò che si osserva ne' terreni marnosi, sebbene
 meno frequentemente, si vede pure anche ne' gres. I ciottoli
 che in esso si osservano presentano, non meno de' precedenti,
 talvolta il tessuto a sfoglie; e la loro formazione debbe non
 meno ascrivarsi ad aggregazioni di parti sovrabbondanti disse-
 minate nella roccia suddetta. Al quale proposito il predetto
 La Beche ne riferisce una osservazione del Babbage; il quale
 ha osservato che nell'argilla destinata alla fabbricazione della
 porcellana, o più precisamente in quel miscuglio di argilla e
 di selce arrostito e macinato, se esso si lasci lungamente in
 riposo, la silice si concentra in piccole masse concrete; lo che
 egli crede rappresentare fino a un certo punto la formazione
 de' selci nella creta.

228. Che tale veramente abbia a tenersi la genesi de' ciot-
 toli lo mostrano quelli che trovansi presso a Norwich, colà

(1) Rech. sur la partie théor. de La Geol. p. 43.

conosciuti sotto il nome di *potstones*, e quelli che il Buckland ha rinvenuti nella creta d'Irlanda, i quali egli appella *paramondras*. In ambidue que'luoghi i letti orizzontali di ciottoli sono intersecati da altre serie verticali di ciottoli, i quali sono veramente notevoli pel loro numero e per la loro continuità. Que' filari distano fra loro da 20 a 30 piedi. Sono essi in generale di una figura piriforme, sebbene alcuni pochissimi mostrino una forma simmetrica. Ove que' filari perpendicolari tagliano i letti orizzontali de' ciottoli, niuna interruzione o inflessione si osserva, come se essi si fossero formati al tempo stesso. I ciottoli però disposti in ordine verticale non sono interamente silicei come gli orizzontali, contenendo essi in vece un nocciolo cilindrico di creta, la quale presenta una durezza maggiore di quella della creta in cui sono compresi. Questo nocciolo penetra i ciottoli predetti, o per meglio dire li attraversa dall'alto al basso, ed in uno di que' ciottoli si è rinvenuta una ventricolite. Ora, sia che si vogliono riguardare que' ciottoli, e ciò dicasi similmente degli orizzontali, come spugne petrefatte, siccome avvisa il Sedgwick, ovvero si voglia credere che alcuni resti fossili d'infusori, la quale è pure l'opinione del Turpin, di spugne o d'altri esseri organizzati abbiano dato a ciò cagione; in ogni modo conviene credere che essi si sieno formati sul luogo in seno della creta, e come ne giudica il Buckland predetto, manifestando un'opinione al tutto conforme a quella del La Beche accennata di sopra, per essersi formati de' centri di attrazione, perchè si sono riunite le parti silicee sparse nella massa calcarea (1). E sebbene, come si è detto, il Turpin riguardi i ciottoli di selce siccome conglomerati d'infusori, ed egli creda ch'essi siensi deposti nel fondo de' mari e nelle acque dolci, ciò che in vero non può ammettersi in modo alcuno quanto a ciottoli che in letti verticali tagliano i letti disposti orizzontalmente, egli è però costretto ad ammettere che centri d'attrazione si sieno formati, lo che abbia dato cagione alla separazione e concentrazione delle parti silicee (2).

(1) *Eco du monde sav.* 1839. n. 428. p. 230.

(2) *Ann. Sc. nat.* 2.^a ser. Zool. t. 7. p. 129.

229. Alla cagione medesima, ad una reciproca attrazione molecolare ed alla formazione di alcuni centri di attrazione, perchè alcuni principii si restringono fra loro separandosi dalla massa che li comprende, cred'io che si debbano ascrivere i cristalli di selenite e le piriti di ferro nelle argille. Ciò fa vedere in fatti che l'affinità chimica fu bastevole a vincere la forza di coesione che, almeno fino ad un certo punto, è pur forza supporre nelle parti dell'argilla.

230. Potrebbero forse trovar qui luogo, siccome esempi di variazione nella consistenza e struttura de' corpi, alcune considerazioni sulle stalattiti che, come fa osservare il Watt, dapprima fibrose, progredendo nella loro formazione, divengono quindi irregolarmente spatiche ed in fine acquistano un tessuto spatico perfetto (1); e le incrostazioni silicee di Geyser, che lentamente passano dallo stato poroso e friabile ad un tessuto fibroso; se nella esplicazione di tali cambiamenti non si potesse far ricorso ad una successiva addizione de' loro elementi, anche riguardo alle prime, qualunque siasi la teoria che voglia seguirsi intorno alla genesi loro; di che altrove ebbi a far parola.

231. Una alterazione di struttura, la quale però non lascia luogo a così fatta obiezione, si è quella che osservasi in alcuni resti organici; i quali vanno lentamente confondendosi colla roccia che li comprende, ed in fine si obliterano del tutto. Quantunque di un cotal fatto, di presente chiaro abbastanza, non occorra perciò che qui si adducano numerose prove, non di manco mi piace riferirne alcune vevolissime testimonianze, siccome sono quelle del Brocchi (2), del De France (3), D. de Blainville (4), Boué (5) ed altri. Il Blainville, che al pari del De France riferisce di essersi per l'osservazione accertato di una tale obliterazione de' petrefatti, tiene doversi questa ammettere, non solo nelle madrepore e nelle conchiglie fossili, ma eziandio nelle ossa di animali vertebrati; di che, al dire di lui, si hanno prove indubitate. Ella è, quindi opi-

(1) Bib. Brit. S. et A. t. 30. p. 198.

(2) *Trat. Min. sulle Min. di fer. del Dip. del Mella* t. 2. p. 281.

(3) *Jour. de Phys.* t. 89. p. 288; *Dict. Sc. Nat. art. Petrification.*

(4) *Jour. de Phys.* t. 90. p. 81.; *Dict. Sc. Nat.* t. 60. p. 96.

(5) *Ann. Sc. Nat.* t. 2. p. 394.

nione di lui che l'attribuire una origine primitiva ad una calcaria solo perchè essa non contiene de' corpi organici, possa non essere abbastanza fondato, potendosi dubitare ch'essi si sieno distrutti. Il perchè, consentaneamente a tali principii, egli tiene come carattere idoneo a chiarire la maggiore o minore antichità di una roccia, l'essere i petrefatti ch'essa contiene più o meno confusi colla massa della roccia stessa (1). Similmente il Dubreuil e M. de Serres, nella loro *Nota sulla calcaria d'acqua dolce, la quale racchiude delle tartarughe terrestri* (2), asseriscono che le ossa di tali animali « formano « alcuna volta corpo colla calcaria a tal segno ch'esse sembrano « fondersi nella sua massa, non distinguendosi che per la tinta « più oscura e per la porosità del loro tessuto spugnoso (a). » E che in generale i gusci delle conchiglie sieno almeno in alcune circostanze portati a distruggersi, lo addimosta la frequenza tra' petrefatti di quelli che si riducono a semplici impressioni esterne od interne (nuclei), ne quali la sostanza dei gusci medesimi si vede distrutta (b).

232. Un esempio di tale obliterazione de' petrefatti ci presenta quella roccia calcaria de' Pirenei osservata dal Dufrenoy, e conosciuta sotto il nome di marmo Campan (3); ed egli è a dirsi che quanto ci presenta quella calcaria racchiude in sè quanto di più chiaro serve a validare le predette cose. Il perchè sarà pregio dell'opera l'indicare alquanto minutamente quanto ad essa si riferisce, riportandomi alle osservazioni del predetto Dufrenoy. Forma quel marmo uno strato subordinato nel terreno di transizione de' Pirenei. « Esso è composto di piccoli nodi di calcaria più o meno ritondati, involuppati dallo scisto argilloso verdastro o rossigno. » Attentamente osservati da lui que' nodi, egli ha potuto convincersi null'altro essere essi che nuclei di Nautili, i quali hanno servito di centro di cristallizzazione al carbonato calcario. E che la cosa sia veramente come egli ebbe a giudicarne, lo si rileva da quanto egli dice in seguito. « In alcuni rari saggi vedesi « assai distintamente la forma spirale de' nautili e talvolta ancora « i setti particolari di questo molusco; in un gran numero la

(1) N. Bull. Phil. 1825. p. 176.

(2) Ann. Sc. Nat. t. 9. p. 396.

(3) Ann. Sc. Nat. t. 21. p. 181.

« forma viene indicata dalla convessità della frattura o da mac-
 « chie ritondate, nelle quali si osservano gli strati concentrici
 « di diversi colori; ma nel maggior numero de' saggi non si
 « scorge più verun indizio di fossili, e nulla attesterebbe la
 « loro esistenza se non si potesse seguire, per gradazioni quasi
 « insensibili, il passaggio de' noduli che presentano forme po-
 « sitive d'esseri organizzati alle macchie allungate ed informi.
 « Queste calcarie amigdaline, che per lungo tempo sono state
 « associate ai terreni antichi, sono dunque non meno ricche
 « di fossili che le calcarie secondarie. »

233. Ove si tratti di metamorfosi che si operano nel seno
 de' minerali egli verrebbe in acconcio il favellare de' cristalli
 pseudomorfi ed epigenii; de' quali però essendomi proposto di
 favellare in appresso partitamente, basterà l'averli qui accen-
 nati. Non lascerò bensì di riferire in questo luogo altre osser-
 vazioni al certo valutabilissime, le quali si debbono ad alcuni
 de' più illustri geognosti, e che del pari si riferiscono a muta-
 menti che hanno effetto nella natura di alcuni minerali. « Egli
 « sembra, dice il Maclure, che il serpentino sia più soggetto
 « che ogni altra roccia a cambiare di forma e di carattere
 « esterno per l'azione degli elementi ec. La suoi cambia-
 « menti sono visibili in molti casi anche ov'esso sembra es-
 « sere al coperto dall'influenza dell'atmosfera, siccome acca-
 « de ne' suoi mutamenti in asbesto, amianto ed in altre va-
 « rietà di rocce fibrose della classe magnesiaca. A Baldisero,
 « che è situato appiedi alle alpi a 10 in 12 leghe da Torino,
 « avvi un serpentino bruno che si cangia gradualmente in
 « carbonato di magnesia; può seguirsi il progresso di questo
 « mutamento dal principio sino al fine; ed ivi non v'ha alcun
 « agente visibile, perciocchè una gran parte della roccia è
 « evidentemente fuori dell'influenza dell'aria esterna (2). »
 Il diallagio, uno degli ordinari contenuti del serpentino, nella
 sua decomposizione mostra anch'esso una tendenza a formare
 una nuova sostanza minerale. Unendosi i principii che proven-
 gono dal suo disfacimento a quelli del feldispato, parimente
 decomposto, ne risulta una sostanza di tale durezza che a
 stento si giunge a separarne qualche pezzo; come il De Buch

(2) Jour. de Phys. t. 91. p. 48.

asserisce di aver veduto presso all'istmo di Koningsvog nella Finmarca (1).

234. A togliere però viemmeglio quella ripugnanza che incontrasi sempre allorchè proclamasi una qualche dottrina la quale sia in opposizione con quanto dai più si tiene, gioverà forse il riferire qui l'opinione di un ill. geologo, lo Stroem; supponendo egli pure che alcune metamorfosi siasi operate in talune masse minerali; il che mi piace riferire colle parole medesime che leggonsi nel *Bulletin Universel* del F'crussac (2). « Comechè il gneis occupi degli spazi considerevoli nel sud-est della Norvegia, nell'interno della Svezia, « nelle montagne occidentali di Bergen, nel Numedalen e « nell' Helgoland, vi si trova nondimanco del glimmer-schiefer con formazioni di quarzo, di clorite, di talco. Lo si trova « in minore abbondanza, ma ciò nulla prova contro la sua « primogenità. Potè la più antica formazione soggiacere a « metamorfosi, le quali hanno fatto sparire la sua forma primitiva, cambiandolo in altre rocce. Egli è per questo che nei « paesi testè menzionati il gneis si è sviluppato nello scisto o « schiefer, cancellandosi più o meno il glimmer ed il quarzo. « Non è questo un fenomeno isolato: anche nella Scozia trovaronsi nello schiefer primitivo delle formazioni di gneis in filoni. Perciò si crede lo Stroem avere buon argomento « per considerare il gneis siccome la più antica formazione « nella serie degli scisti. Ed egli avvisa che una circostanza, « la quale talvolta occorre: cioè l'alternare fra loro gli strati « di glimmer-schiefer e di gneis non sia quanto basta a contraddire il risultamento delle sue osservazioni. » — « Lo Stefens conghietturava che i grandi banchi di rocce diverse agiscano galvanicamente gli uni sugli altri, e che le sorgenti minerali sieno un effetto di quest' azione. Forse, osserva lo Stroem, risulta del pari dall' azione galvanica reciproca delle rocce una decomposizione per la quale avvi sviluppo e formazione di solidi. » E favellando delle metamorfosi delle rocce e segnatamente della formazione di alcuni gneiss, non potrebbero tacersi le belle osservazioni e considerazioni del ch.

(1) Viag. in Norv. t. 3. p. 86. trad. ital.

(2) Sc. nat. ; janv. 1828. p. 32.

prof. Sismonda (1), che io nomino a cagione di onore, che perciò diede ad essi il nome di gneiss di modificazione. Né altra è l'opinione dell'Hoffmann intorno alla metamorfosi cui si ha a credere essere andate soggette alcune rocce; imperocchè egli avvisa che la calcaria granulare di Carrara siasi formata della calcaria compatta mercè delle *azioni sotterranee*; e di più egli si adopera a far credere che il gneis e lo scisto micaceo provengano dallo scisto argilloso, essendosi questa conversione operata dal calore sotterraneo. Similmente molti rimanimenti avvenuti nella struttura delle masse minerali, non che nella composizione chimica dopo il loro consolidamento sono memorati dal Sedgwick in un suo scritto presentato alla Società Geologica di Londra nella tornata del dì 25 di marzo 1835 (2). Li quali cangiamenti si ascrivono da lui « ad una « accumulata intensità di azione cristallifica in masse presso- « chè omogenee, di cui tutte le parti sono esposte alle medesi- « me condizioni di aggregazione nel passare che esse fanno alla « loro definitiva forma solida, » non che ad azioni chimiche. E come che al Boase piaccia piuttosto considerare la forma che al presente mostrano cotale masse siccome isocrone colla loro primitiva consolidazione, egli sembra veramente, ove io mal non mi apponga, che i suoi argomenti non bastino a contraddire le conclusioni del primo. In fine a far vedere che la metamorfosi delle rocce costituisce al presente l'opinione di alcuni abili osservatori, e che essa meritò l'attenzione de' geologi, valga il ricordare come questo formasse uno de' particolari presi a discorrere dal Bryce nella Riunione Britannica tenuta a Dublino nel 1835 (3); e che nella Riunione de' dotti italiani tenutasi a Pisa nello scorso anno 1839, la maggior parte e forse tutti i geologi che ad essa intervennero mostrarono, pe' loro scritti e per le loro comunicazioni verbali, professare una tale sentenza; della quale, come si sa, sono principali sostenitori il Lyell, il Pasini, il Keerstein, il Virlet, Boblaye, Keilhau, De-Buch, Beaumont, ec.

(1) Osserv. min. e geol. per servire alla form. della carta geol. del Piemonte; Mem. della R. Acc. di Torino, Ser. II. t. II. p. 1.

(2) Phil. Mag. and Jour. of. Sc. n. 40. p. 320.

(3) Edinb. n. Phil. Jour. n.º 38. t. 19. p. 377.

235. Molti de' mutamenti di tal specie, e forse alcuni di quelli qui sopra menzionati, si debbono al contatto di rocce che in istato di fusione o si sono interpolate fra quelle di sedimento o sono venute a soprapporsi, siccome ora si conviene generalmente da' geologi; ammettendosi cioè da essi che, ove veramente ebbe effetto l'intervenimento di tali rocce, questo sia stato hasterale per fare che la tessitura delle altre si cangi. Il Fournet, che ha preso appunto a considerare si fatte metamorfosi, ha dovuto però convincersi che ciò ebbe effetto senza la fusione delle rocce, che si sono alterate o nel loro tessuto od anche nella loro composizione, per una sorte di cementazione; sebbene egli ammetta in esse un imperfetto rammolimento. Comunque ciò sia, questo presenta un esempio di movimento molecolare in una roccia, forse sotto l'influenza del calore, ma però senza che la solidità sia distrutta. E in fatti nella dolomia osservata dal Fournet medesimo, ed a cui egli allude, sono riconoscibili que' polipai che essa comprende, e quelli non meno che, insieme colla roccia che gl'involve, sono cangiati in dolomia. Per lo che mi riporto a ciò che ebbi occasione di fare osservare qui sopra (§. 225.). E ciò può dirsi non solo di quelle rocce di sedimento che ebbero a supportare l'azione di quelle che un tempo ebbero nome di primitive, ma di quelle ancora che ora si trovano a contatto de' basalti e delle lave, ed in cui, specialmente ne' punti di contatto, si veggono essere avvenuti de' cambiamenti notevoli, sebbene, come nelle prime, niun vestigio di fusione si scorga. Le quali cose meritavano pure di essere memorate ove si tratta de' movimenti molecolari che hanno effetto nelle parti de' solidi. E qui mi giova ricordare quelle osservazioni del Boblaye sulle rocce cristallizzate fossilifere, e perchè esse presentano un fatto che viene in appoggio delle cose fin qui discorse, e perchè esse hanno dato cagione al giudizio di uno de' più illustri geologi, il Beaumont; giudizio in qualche modo conforme ai miei principii. Si vuole intendere qui di quelle rocce cristalline maclifere, che il predetto Boblaye ha ripetutamente osservate ne' contorni di Rohan, e nelle quali egli ha rinvenuti de' fossili ben conservati appartenenti ai generi *Spirifer*, *Orthis* e *Calymene*. Crede il Beaumont che possa rendersi ragione del fatto supponendo che questa roccia, senza aver sof-

ferta una vera fusione, non essendo necessario il ricorrere a tale supposizione, per l'azione del calore sia stata resa atta a cristallizzare, dió' egli, come nelle vetrerie si vedono delle sostanze cristalline cangiar forma senza aver sofferta la fusione (1). Come ho detto, la sentenza del Beaumont non si allontana da' miei principii; e mi piace il dirlo. Non può a ménò però di notarsi come sia in qualche modo difficile a spiegarsi come a quel moto molecolare, da cui chiaramente si vede essere stati compresi gli elementi di quella roccia, sieno in certa guisa sfuggiti que' petrefatti. E pretenderem noi di svelare tutti i misteri della natura?

236. Se le cose fin qui prese ad esame valgono, siccome io confido, a chiarire che alcuni rimutamenti si operarono in seno delle masse minerali nelle epoche a noi meno remote, e che anche attualmente esse si operano, non è chi non veda che, ammesso ciò, la cosa debbe necessariamente riuscire a nuove produzioni. La quale verità, che a me pur sembra evidente, anche per altra via verrebbe fatta palese: cioè per la sola considerazione che ciò che dai più chiamasi decomposizione, dando cagione o a disgregamento di parti o ad eliminazione di principii, questi o quelle venendo ad unirsi sotto altre forme, debbe conseguentemente risultarne che altri minerali ed altre rocce producansi. Senza di ciò egli sarebbe mestieri supporre che gli uni e le altre rimanessero per sempre in istato d'isolamento; il che se sia a credersi lascio che altri se'l pensi. Nè certo mancheranno di soccorrere cotai nuove aggregazioni di parti e quella circolazione di sopra discorsa e l'elettricità, l'azione loro venendo favorita dal tempo; essendosi già quanto all'elettricità non ha guari accennato essere pari alla mia l'opinione dello Steffens, non che d'altri ancora ricordati di sopra; oltre di che avrò fra breve occasione di far parola delle osservazioni del Fox, perchè una tale supposizione viene poi ad essere direttamente confermata.

237. Che se di riproduzioni le quali si operino ne' corpi minerali si vogliono prove dirette, non mancano veramente taluni fatti i quali attestino un tal vero. Mi guarderò dal rife-

(1) L'Institut. 1839. n. 277. p. 128.

rire qui tutto quanto addussi altra volta (1) a quest' uopo, fondandomi in sull' asserto di antichi scrittori; cui non vorrebbe ora prestarsi piena credenza. Io dico di quelle cose che si osservarono da taluni riguardo alla riproduzione che ha effetto nella grotta di Autiparos e nel Laberinto cretico, perchè i vuoti lasciati da artificiali incisioni ostruisconsi; ciò che venne attestato eziandio dal Linneo; sia rispetto alle incrostazioni del gres di Fontainebleau; al riprodursi dello zolfo e dell' allume, di che fa parola il Baglivi; e sopra tutto intorno alle miniere di ferro dell' Elba, dagli antichi considerate inesauribili. Lascero, io dico, di ricercare in cotali osservazioni un argomento a validare ciò che da me si vuole persuadere intorno alla riproduzione minerale; non senza avvertire però che alcune di sì fatte osservazioni trovansi concordevoli con quelle di alcuni moderni e perspicaci naturalisti; il perchè ragion comanda che ad esse si dia almeno un qualche valore. Così se il Baglivi asseriva la riproduzione dell' allume in una cava appartenente alla famiglia Orsini, la miniera di Hurlest presso Glasgow offre altrettanto, osservandosi ivi questo sale innalzarsi dal pavimento in forma di aghi lunghi 2. o 3. piedi, e talvolta a segno di occupare la galleria in tutta la sua altezza di 5. piedi, siccome viene asserito dal Nicolson (2). Dal quale sono inoltre menzionate e le efflorescenze piritose che ivi pure si formano, ed il solfato di magnesia in aghi lungi un piede circa che colà similmente producesi sur uno spazio di 40. o 50. piedi quadrati, ripetendosi così ciò che questo sale medesimo presenta ogui anno nelle pianure della Siberia. Similmente se il Buzzecoli fa menzione di alcuni utensili rimasti inavvertentemente in uno degli scavi delle miniere dell' Elba coperti da frammenti della miniera stessa, ed essersi essi trovati poscia rivestiti di una incrostazione di materia ferrea, ed inoltre vedersi aderenti fra loro i frammenti predetti; io stesso ebbi ad osservare presso il Targioni Tozzetti un piccone proveniente dalla miniera medesima, il quale presenta un fenomeno analogo. Dirò bensì ch' esso parve a me piuttosto ricoperto che

(1) Prima edizione p. 300. e s.

(2) Bib. Brit. S. et A. t. 36. p. 175.

incrostatò dalla materia ferruginosa: cioè non far essa corpo col ferro che ne era rivestito. Vedevansi però in essa de' piccoli cristalli, e la massa istessa del piccone si era alterata, resa friabile ed aveva presa una tessitura a sfoglie, mostrando perciò un principio almeno di mineralizzazione; indizio bastevole a far credere quella miniera tutt'altro che in istato di perfetta inerzia.

238. Ecco pertanto alcuni fatti riferiti da alcuni moderni naturalisti, i quali non lasciano luogo a veruna dubitazione. Favellando il De Bret delle miniere di sale, assicura egli « che le gallerie scavate attraverso alla roccia salina a lungo « andare si restringono sensibilmente in modo che dopo 40. « anni, a cagione di esempio, esse sono più strette per tre « pollici da ogni lato » (1); ed a proposito di questo minerale gioverà il richiamare in questo luogo al pensiero quanto fu detto (§. 203.) intorno alla sua riproduzione che si osserva in sulla costa del Chili. Più conchiudente forse si troverà la seguente notizia, che io debbo alla gentilezza del sig. dott. G. B. Fantonetti, la quale riguarda un analogo restringimento in iscavi praticati in una roccia di ben' altra natura. Facendo egli scavare per proprio conto alcune miniere aurifere dell' alto Novarese, egli ha potuto a suo bell' agio esaminare i fatti che sono per dire, sì che di essi non sarebbe permesso dubitare. Nella miniera della montagna di S. Carlo egli dice essersi rinvenute alcune gallerie ed alcuni cammini sì angusti, che niun uomo, per quanto piccolo egli fosse, vi poteva passare. Allargate queste gallerie, si ebbe luogo a convincersi che esse avevano un giorno realmente servito di passaggio, poichè esse conducevano ad altri lavori, cui non metteva verun' altra strada. La roccia è un gneis, il quale, come osserva lo stesso signor Fantonetti, per la sua uniformità esclude interamente l'idea che quelle gallerie si sieno ristrette per semplice incrostazione. Ed un restringimento del tutto analogo egli ha osservato ne' fori cilindrici che, a quanto si vede, avevano servito nella miniera stessa a mettersi la polvere per le mine, e che spaccati per mezzo, non hanno al presente una larghezza maggiore di quella che si potrebbe ottenere con una sottile lesina.

(1) V. Fray, Ess. sur l'orig. des corps org. p. 287.

Argomentando da alcuni pezzi staccati, in cui si vedono de' fori della stessa sorte, che non si sono ristretti, con fondamento può credersi che i primi avessero in origine una larghezza di due o tre centimetri di diametro. Similmente il Fournet nelle sue osservazioni sui filoni de' contorni di Pont-Gibaud dice: « I depositi ferrugini e calcarei tendono costantemente ad « ostruire i lavori de' minatori; » tal che al credere di lui potrebbe un giorno intraprendersi con profitto lo scavo de' filoni che furono prima esauriti (1).

239. Come una vera riproduzione, sebbeue essa si operi alla superficie del suolo, anzi che per entro alla massa de' minerali, debbesi similmente considerare quella efflorescenza di solfato di magnesia or ora menzionata, che ogni anno ricuopre per una grande estensione i deserti della Siberia. E come nuova produzione hanno a riguardarsi que' filoni selciosi di che parla il Necker (2). Descrivendo egli la rupe di Firz, che forma l'estremità della montagna ond'è chiusa all'oriente la valle di Sales, così indica il secondo strato a contare dal basso, il quale forma lo strato principale e posa sur un gres quarzoso. È esso formato da una calcaria sub-lamellare blò, in cui si racchiudono amiti, echini, apatanghi, galeriti, nucleoliti ec. « La parte « inferiore di questo banco, dic'egli, viene attraversata da fi- « loni di quarzo, i quali s'incrociano fra loro ed attraversano « pur anche le conchiglie. » Que' filoni o piccole vene si hanno, io dico, ad avere in conto di una nuova produzione, conciossiachè non potrebbe in verun modo revocarsi in dubbio la loro recente formazione, essendo che da essi vengono intersecati que' petrefatti. Ed avvertasi inoltre che ciò si osserva nella parte inferiore di cotesto banco; circostanza bastevole ad escludere ogni idea che essi debbano la loro origine all'infiltrazione.

240. Un fatto del tutto analogo, benchè non si tratti di vene silicee, egli è quello ovvio abbastanza che non di rado si osserva ne' marmi e nelle brecce; il quale essendosi preso a considerare particolarmente dal De France, mi piace il riferire quanto da lui si dice a tale proposito, perciocchè egli non lascia di accennare a quelle difficoltà cui si va incontro seguendo

(1) Ann. ch. et phys. t. 54. p. 161.

(2) Bib. Univ. S. et A. t. 33. p. 85.

tutti altri principii. E tanto più mi parve doversi qui far parola di questo fatto, poichè esso ed il fatto precedentemente discorso si convalidano e chiariscono a vicenda. « Ce que l'on remarque « dans certains marbres qui renferment des corps marins, doit « faire penser qu'à plusieurs reprises différentes ils auroient « subi une pétrification. La première, qui probablement a eu « lieu dans les eaux, auroit formé la couche ordinairement co- « lorée, qui les entoure dans toutes leurs parties. Par une rai- « son que nous ne connoissons pas, cette couche se seroit fen- « dillée dans tous les sens, brisant les coquilles et autres corps « marins qui s'y trouvoient, et laissant un certain intervalle « entre les parties brisées. Une seconde pétrification ou infiltra- « tion spathique et blanche seroit venue remplir exactement, « non-seulement toutes les fentes, mais encore la moule en- « creux des coquilles qui avoient disparu, comme on le remar- « que dans certains marbres noirs. » — « Une troisième pétri- « fication pourroit avoir eu lieu pour les brèches; car on trouve « dans les débris dont elles sont composées des morceaux qui « paroissent avoir déjà été divisés et rejoints par une cristalli- « sation spathique, qui n'a aucune analogie avec celle qui lie en- « semble tous ces morceaux. Certains marbres paroissent avoir « été brisés deux fois dans les mêmes endroits, puisque la même « fente se trouve remplie de deux infiltrations parallèles, dont « l'une est blanche et l'autre jaune. » — « Je possède une sorte « d'orthocératite à cloisons, qui s'est trouvée dans la couche du « marbre brun de Valagnes. Ce fossile est traversé en différens « sens par des veines sinueuses de spath calcaire d'une demi-ligne « à deux lignes de largeur; et, ce qui est très-remarquable, « c'est qu'une de ces veines traverse dans leur diamètre quel- « ques cloisons dont les parties écartées ne répondent plus les « unes devant les autres, comme avant l'écartement. Ce fait « sembleroit prouver que le corps marin, rempli de pâte, au- « roit été fendu depuis sa pétrification; et que le spath calcaire « seroit venu depuis se cristalliser dans la fente, mais, d'un au- « tre côté, on ne peut concevoir, d'après ce que nous voyons de « nos jours, comment deux fentes, comme on en voit sur le mê- « me morceau, auroient pu avoir lieu à une demi-ligne de di- « stance l'une de l'autre. Il n'y a que les fentes produites « par l'humidité sur un pierre de chaux ou sur de la glaise

« desséchée qui puissent présenter de l'analogie avec des faits
 « semblables. Comment pouvoir encore expliquer certaines vei-
 « nes spatulique à peu près parallèles, quelquefois très-rap-
 « prochées, qui traversent des morceaux coquilliers que je pos-
 « sède, et qui, sans les détruire, coupent exactement tou-
 « tes les coquilles et autres corps marins dont ces marbres sont
 « composés? Un simple dessèchement ne pourroit avoir pro-
 « duit un effet tel qu'il auroit divisé en petites parties des
 « coquilles ou des polypiers, comme on en voit qui le sont.
 « Quelques-uns de ces derniers sont même quelquefois fen-
 « dillés et remplis de spath, sans que la pâte qui les entoure
 « le soit comme eux. Ces faits ont peut-être encore été trop
 « peu étudiés, et ils méritent bien de l'être (1). » Da tutto
 ciò, siccome io accennava precedentemente, si vede come l'un
 fatto sparga una qualche luce sull'altro. Per tal modo, io dico,
 non più il fenomeno che presenta la rupe di Firz potrà tenersi
 siccome un fatto quasi dicasi isolato, poichè altrove sovente si
 veggono de' petrefatti attraversati da vene o piccioli filoni di
 sostanze estraee. Per converso se le vene quarzose che nel
 primo caso intersecano le conchiglie dovettero formarsi per
 tutt'altra via che per l'infiltrazione, verrà l'analogia a soccor-
 rerci onde far credere assai probabilmente altrettanto essersi
 operato nelle breccie e ne' marmi; la qual cosa si aggiunge a
 provare quanto in ultimo si avverte dal De France intorno a
 que' polipai, le cui screpolature sono riempite di spato cal-
 cario, senza che questo apparisca nella pasta che li comprende.

241. Che il Becquerel e l'Humboldt per le loro con-
 siderazioni ed osservazioni s'aggiungano a convalidare questa
 mia opinione sulla produzione di nuovi corpi minerali, egli è
 ciò che, a mio avviso, si vede abbastanza per le cose che a
 suo luogo ebbi occasione di riferire. Chè se altrove (§ 103)
 mi occorre accennare que' sperimenti onde il primo di essi me-
 diante azioni elettriche debolissime riuscì a tanto da produrre
 de' solfuri, degli ossidi ec. cristallizzati, perfettamente simili
 a queste sostanze istesse quali si trovano in natura, mentre a
 tal fine riesce vano ogni altro soccorrimento dell'arte; lo che
 meritava di essere qui ricordato; intorno a ciò porta il pregio

(1) Dict. Sc. nat., t. 39, p. 256.

che ora si aggiunga quanto da lui medesimo si dice alludendo appunto all'etiologia della produzione delle sostanze medesime in seno della terra. « Qualunque sia l'origine della maggior parte di queste sostanze, ove riesca a provarsi che si può giungere a formarne delle simili pel solo mezzo di forze elettriche debolissime, si sarà in tal guisa resa probabile la supposizione che le altre ebbero l'origine stessa, segnata-mente se il metodo impiegato proceda da un principio generale. Questo metodo si fonda sugli effetti elettrici che manifestansi nell'azione chimica de' corpi in contatto, principalmente in quello de' liquidi (1). » Lo che da lui si ripete pur anche in altro suo scritto (2); nuovamente asserendo egli come cosa almeno probabile che la natura abbia seguito nella produzione di tali sostanze ne' filoni, nelle geodi, nelle rocce ec. azioni analoghe a quelle da essolui poste in opera. E poichè si è veduto che le azioni galvaniche debbono necessariamente operarsi ed incessantemente nella intera massa terrestre, sarà forza concludere che, sussistendo sempre la causa medesima, debbono anche attualmente riuscire gli effetti medesimi.

Così se favellando della circolazione mi avvenne far parola de' vapori metalliferi che l' Humboldt crede penetrare le masse minerali, aggiungerò a questo il ricordar egli in una sua lettera al Boussingault (3) « i metalli che le forze elastiche che risiedono nell'interno della terra depongono sulle pareti delle fenditure (filoni). »

242. Le quali cose fin qui prese ad esame, e sopra tutto l'opinione dell' Humboldt espressa nel passo or ora riferito, mi traggono a far parola di uno de' problemi i più involuti della storia del nostro pianeta: de' filoni metallici; intorno a quali mi permetterò esporre alcuni miei pensamenti.

Filoni. Sarebbe al certo soverchio il voler qui ricordare ciò che nella infanzia della scienza andavasi fantasticando in sull'origine delle miniere e de' filoni in particolare, ricorrendosi alle esalazioni, fermentazioni e perfino alla trasmutazione

(1) Bull. Univ. Sc. Math. mars. 1829. p. 196.

(2) Ann. ch. et phys. t. 42. p. 225.

(3) Ann. ch. et phys. t. 32. p. 208.

de' principii. Del pari credo dovermi astenere dal riferire qui tutto quanto in varie epoche, da varii geologi, a norma de' loro differenti sistemi, immaginosi intorno a tale soggetto, e particolarmente intorno alle fenditure; le quali taluni supposero aver preceduto l'esistenza de' filoni, ideando poscia diversi modi per cui esse furono riempite, ed i filoni medesimi ebbero origine. Ed avvegnachè molte delle cose che sono per dire a tale proposito si riferiscano a posì fatte supposizioni; io avviso, siccome dissi, potermi esimere dal ricondurne i particolari, sendo che esse, ed in ispezialità quanto ha riguardo alla predetta ipotesi della preesistenza delle fenditure, avendo prestato argomento ad assai celebri disquisizioni, a cui ebbero parte alcuni de' più illustri geologi, egli è quanto da veruno s'ignora.

243. Alle tante cose le quali da taluni si opposero alla ipotesi predetta che suppone la preesistenza delle fenditure, fra le quali certo notevolissima è quella che si desume dai filoni molto inclinati o quasi orizzontali; perciocchè secondo una tale ipotesi si rende impossibile ad ispiegarsi come la parte che ora forma il tetto de' filoni medesimi siasi rimasta sospesa; a tali obiezioni, io dico, può aggiungersi ciò che ha riguardo a que' frammenti angolosi che si trovano nella massa de' filoni, composti della roccia medesima la quale comprende cotali miniere. Intorno a che mi è grato il vedere che il Fox rechi ora in mezzo questo fatto medesimo, considerandolo egli sotto un tale punto di vista, sì che quanto si dice da lui concorda del tutto con quelle riflessioni che altra volta io esposi riguardo a tale soggetto, « Le vene, dic' egli, sono spesso divise in diramazioni, le quali si uniscono di nuovo a considerevoli profondità, comprendendo in sè ampie porzioni di roccia, che « il minerale metallico o pietroso isola perfettamente dalla « massa generale; cotali vene, siccome egli è evidente, anche « per un istante solo, non potevano esistere come semplici « fenditure (1). » Il quale fenomeno che, ammessa la preesistenza delle fenditure, si rende veramente inesplicabile, poichè ciò ne obbligherebbe a supporre che una massa della roccia si fosse rimasta per alcun tempo isolata e sospesa, senza

(1) Edinb. Jour. of. Sc. by D. Brewster, apr. 1831. p. 268.

essere in verun modo sostenuta; non presenta al contrario difficoltà alcuna ove si seguano i miei principii. Si è in fatti veduto di sopra (§. 143), favellando de' cristalli, come una sostanza cristallizzabile, se avvenga che penetri nelle fenditure di un corpo, valga a separarne le parti. Dopo di che egli sarà facile a comprendersi come gli elementi del filone, incominciando a cristallizzarsi in qualche screpolo della roccia contigua, abbiano potuto separarne delle schegge o de' massi più o meno grandi, i quali in seguito trovaronsi perciò compresi nella massa del filone stesso, e quindi isolati dal restante. E nel modo medesimo si vedrà tosto come possano essersi formati que' prismi che si osservano talvolta nella incrociatura de' filoni. Appresso a che conviene che si faccia parola di altro fatto analogo. Io parlo di que' piccoli frammenti che si trovano come frammiti in alcune miniere alla sostanza de' filoni, e al che talvolta, come osserva il Fournet, la massa de' filoni stessi non presenta che una breccia consolidata dalla sostanza iniettata; per lo che al Fournet medesimo, affine di spiegare un tal fatto, non conciliabile, dic' egli, con alcuna delle teorie per lo innanzi immaginate, piacque supporre che la sostanza del filone, al momento della sua intromissione nelle fenditure, fosse dotata, non di una perfetta liquidità, ma bensì di una tal quale consistenza, quasi a modo di pasta (1). Lo che vale a far conoscere come egli pure trovi in que' frammenti un fatto inesplicabile. Nè in vero mi sembra questa sua supposizione essere tale che essa abbia ad abbracciarsi, come quella cui molti fatti e l' analogia non meno si oppongono; e dirò pure non concordevole essa stessa, a mio avviso, nè coll' ipotesi verneriana, nè con quella delle sublimazioni, nè in fine con quella del trasudamento laterale. Come i fatti predetti, alla ipotesi delle fenditure preesistenti si oppongono del pari evidentemente que' filoni secondari, i quali sembrano formare altrettante diramazioni de' filoni principali, e molto più ancora que' filoni parimente secondari, che talvolta ad una considerevole distanza si portano da un filone all' altro. A' quali fatti gioverà pure aggiugnere altri avvertiti dal Boué; il quale si esprime nel modo seguente. « Le montagne della foresta nera

(1) Ann. ch. et phys. t. 68 p. 387.

« sono principalmente un masso di gneis, di gneis granitoide
 « od aufibolico e di granito; vi si vedono de' filoni di mine-
 « rale di rame, di piombo, d'argento, di ferro con una ma-
 « trice di barite solfata e di calce carbonata. I piccoli filoni
 « che accompagnano questi grandi depositi (*gites*) di miniere
 « e le rocce granitoidi impregnate di minerale, per esempio,
 « il granito a piccoli filetti contemporanei d'argento nativo ec.,
 « hanno portato, è già molto tempo, il sig. Selb di Wolfach
 « a conoscere l'insufficienza della teoria verneriana relativa-
 « mente al riempimento de' filoni (1). » E non direm noi
 altrettanto richiamandoci al pensiero que' filoni di diversa na-
 tura che, riuniti insieme, si tagliano ed intersecano fra loro
 sotto diverse direzioni e diversi angoli? Della qual cosa se
 pure occorresse addurre un qualche esempio, verrebbero al-
 l'uopo le miniere di rame e di stagno di Cornovaglia, e quella
 segnatamente fra esse che si denomina di Polgooth; le quali
 hanno portato perciò li signori Dufrenoy e Beaumont a sta-
 bilire sei ordini di filoni metalliferi e due di filoni argillosi a
 norma delle loro età relative od epoche di formazione. Per la
 sola ispezione de' piani di coteste miniere, quali si veggono de-
 lineati nelle tavole che gli autori predetti uniscono alla loro
 memoria intorno ad esse (2), ove si ponderino siccome si con-
 viene i fatti che nella memoria istessa vengono riferiti, debbe
 ciascuno convincersi essere la ipotesi delle fenditure male ap-
 plicabile agli andamenti de' filoni stessi, ai loro incrociamenti
 sotto angoli così diversi, ai loro spostamenti reciproci. In fatti
 egli si vede talvolta che una porzione dello stesso filone in
 una parte si è innalzata, in un'altra si è depressa, come in
 quello di Huel-Peever particolarmente si nota; fenomeno, sic-
 come ognuno sa, tutt'altro che raro ad osservarsi nell'inter-
 secazione delle vene minerali. Che se ad ogni patto piacesse
 l'avvicinare cotali fenomeni alla teoria verneriana, supponen-
 do una alternativa di fenditure e di riempimenti, e di nuove
 fenditure secondo altre direzioni e di nuovi riempimenti, e
 così va discorrendo; il che in vero non so quanto soddisfacente
 potesse riuscire agli occhi de' geognosti i più severi, ed i me-

(2) Ann. Sc. nat. t. 2 p. 176.

(1) Ann. des Min. t. 9. p. 827.

glio considerati; una così fatta supposizione non varrebbe poi a spiegare in modo veruno alcune altre apparenze che nelle miniere predette si mostrano ed altrove non meno. Osservasi in alcune miniere che taluni filoni, dopo di essere attraversati da un altro filone più recente, divengono affatto sterili, sì che, considerati nella loro posizione relativamente a quest'ultimo, si trovano ricchi da un lato e poveri dall'altro; il che sarebbe inesplicabile co' principii della scuola di Freyberg. Per la qual cosa li due soprammentovati geologi si videro pur essi astretti a supporre che i filoni più antichi, poveri in origine, siensi arricchiti dopo l'epoca della formazione di quelli ch'essi considerano posteriori. Il fatto adunque convinse que' due perspicacissimi osservatori a riconoscere l'insussistenza della ipotesi predetta, non che di quella per la quale si ammette essersi i filoni riempiti mercè di un trasudamento laterale de' loro principii, che da alcuni si supposero disciolti e filtranti attraverso della roccia che li racchiude. E in vero lascia quest'ultima supposizione senza veruna spiegazione sopra tutto quanto si è detto dell'impoverire od arricchire de' filoni per la loro intersecazione; e quindi essi furono da ciò condotti a ricorrere in vece a supposizione perfettamente conforme a'miei principii, ammettendo un susseguente concorso di parti metalliche, che valsero ad arricchire porzione di que' filoni già belli e formati. Nè meglio sufficienti riescono cotali ipotesi riguardo ad altri fatti che presentano le miniere, siccome sono a cagione di esempio, e que' filoni compresi l'uno nell'altro, fra' quali può citarsi la così detta vena di *Marcus Raehling*, nota già da molto tempo presso i mineralogi; e non meno di ciò quei filoni i quali cangiano natura nel loro corso; siccome appunto avviene a quello della miniera di Cook's-Kitchen; che dopo di avere nella parte superiore somministrato del rame, facendosi più profondo, si trova ricco di stagno.

244. Intendendo io qui di favellare a' meglio provetti, sarebbe superfluo il prendere ad esaminare partitamente ciascuno di cotali fatti onde chiarire l'incongruenza loro colle ipotesi predette. Non meno soverchio sarebbe il farmi io a dimostrare minutamente come ad essi per lo contrario convenga pienamente la teoria de' trasporti elettrici, bastando a ciò il solo por mente alla versatilità di una tal causa; versatilità dipen-

dente dalla molteplicità delle circostanze che possono alterarla ne' suoi effetti, e che pur esse sono soggette a cangiarsi sovente. Ed egli fu senza dubbio la forza di tali ed analoghe considerazioni ciò perchè altri pure a tale effetto si rivolse all'azione loco-motrice dell'elettricità; siccome si è veduto aver fatto il Davy ed il Becquerel. Il primo de' quali riguarda le forze elettriche, per la facoltà che hanno di trasportare gli elementi de' corpi, come cosa la quale « facilita la spiegazione « de' fatti principali che presenta la geologia. » Nè certo va lungi da ciò il secondo, asserendo egli che, « le correnti « elettriche riuniscono bene in sè la maggior parte delle con- « dizioni che si richiedono per rappresentare » le forze per le quali gli elementi de' corpi attraversano altri corpi, onde hanno origine quelle modificazioni che si osservano ne' minerali, sia per intromissione di elementi estranei, sia per cambiamento nella disposizione di parti (§. 97.); oltre di che da' suoi propri esperimenti egli trae argomento per credere che alcune sostanze minerali cristallizzate sieno l'opera dell'elettricità, poichè col soccorso di questa egli giunse ad ottenerle nella condizione medesima (§. 241). Le quali cose già riferite di sopra meritavano che qui pure venissero rammentate, siccome lo merita pur anche ciò che dianzi si disse dell'opinione dello Steffens intorno all'influenza galvanica che esercitano gli uni sugli altri i grandi letti delle diverse rocce. Chè se quest'ultimo esprime una tale sentenza fondandosi forse sull'analogia, il Fox potè poscia dedurre altrettanto da osservazioni dirette; perocchè, avendo egli preso ad esame la diversa condizione elettrica delle vene metalliche, si vide da lui essere cotale vene in diverso stato fra loro, sì che le une trovansi negative a petto alle altre e reciprocamente (1). Le quali osservazioni del Fox vennero poscia convalidate da quelle del Petherick e del-Bennetts. Il primo di essi avendo rivolte le sue ricerche su di una miniera di rame situata verso la sommità del monte Cronbaue nel paese di Wicklow, ed esaminata mediante il galvanometro l'elettricità relativa di due distinte masse di minerale, ne ottenne una deviazione notevole dell'ago; il quale divergeva per forse 18.° (2). Sulle miniere di rame furono

(1) Edinb. Jour. of Sc. by D. Brewster, apr. 1831. p. 263.

(2) Phil. Mag. and Jour. of Sc. 3. ser. 1. 3. n. 13. p. 16.

parimente tentati gli esperimenti del Bennetts; da' quali egli crede rilevarsi in generale che l'azione elettrica delle vene metalliche sia in ragione diretta della ricchezza delle vene medesime; sebbene egli confessi non essere le sue osservazioni in numero tale da desumerne una regola generale. Egli merita però che si riferisca quanto egli dice in particolare di una delle sue osservazioni; nella quale egli vide l'ago del galvauometro deviare di 15.^o allorchè i suoi fili erano posti a contatto della stessa vena su due punti distanti l'uno dall'altro per 60. piedi. L'inferior parte della vena era negativa rispetto alla parte superiore (1). Una tale condizione rispettiva delle vene metalliche fra loro non può a meno, siccome ognuno comprende, di dar cagione a continui sbilanci, a continue correnti; nè ciò può fallire nel suo effetto: cioè nel trasporto de' principii. In fatti il Fox dalle osservazioni sue qui sopra accennate non potè a meno di essere condotto in tale sentenza, la quale io aveva già innanzi a lui espressa nella prima edizione di quest'opera (2). Fu egli, io dico, portato da ciò a credere che l'elettricità abbia poderosamente influito sulla disposizione degli elementi de' filoni, e che questo abbia dato cagione al riempimento delle fenditure, che intanto andavano allargandosi; siccome egli si esprime in una sua lettera presentata alla Società geologica di Londra nell'adunanza del dì 27. aprile 1836. (3) (4). Ed egli mi è confortevole il dire che il Sedgwich, geologo de' più distinti, appresso alle osservazioni del Fox, argomentava che i filoni, e segnatamente i più estesi, debbano, almeno in parte, la loro esistenza ad alcuni grandi sviluppi di azione elettrochimica. Essendosi però qui, non che in altri luoghi di questo libro (§§. 97. 241.) da me invocate le osservazioni del Becquerel, non dee tacersi che in uno de' più recenti suoi scritti, alla produzione de' filoni per l'azione delle correnti elettriche ora si oppone da lui che cotali correnti non valgono ad operare alcuna azione chimica, ove non esistano corpi e liquidi atti a reagire gli uni sugli altri, e che le rocce non sono conduttrici dell'elettricità (4). Intorno a che dirò sembrarmi ba-

(1) L. c. p. 17.

(2) P. 318. 1825.

(3) Phil. Mag. and Jour. of Sc. n. 55. p. 387.

(4) Edinb. n. Phil. Jour. t. 25. p. 173.

stevoli le cose discorse fin qui a farne certi della reale esistenza di correnti elettriche attraverso alla intiera massa della terra, e della circolazione di principii che per questo si opera nella massa stessa.

245. Non lascerò di notare in questo luogo, comechè brevemente, che una tale opinione, la quale fondasi in sui trasporti operati dalle correnti elettriche, presta il modo di spiegare come le materie metalliche poterono adunarsi ne' terreni di trasporto e nel gres in guisa tale da formare in essi delle miniere; fenomeno che, siccome osserva il Cordier favellando delle miniere di rame carbonato di Chessy (1), non ha per anche ricevuto una spiegazione che possa dirsi soddisfacente. Ed un fatto analogo a questo si osserva pure a Montpellier. Nel suolo su di cui giace quella città, negli strati i più superiori dei terreni terziari, in una marna argillo-calcare contenente de' resti organici terrestri o d'acqua dolce e marini, si vede il mercurio nativo in numerose goccioline ed il mercurio muriato in vene cilindriche sottilissime, le cui ramificazioni s'estendono in vari sensi e in varie direzioni (2). In fatti il sig. M. de Serres, a cui non isfuggiva la singolarità di questa giacitura del mercurio, vedendo la necessità di rinvenire altra causa diversa da quella cui d'ordinario i geologi hanno ricorso per rendere ragione de' depositi metallici, si è fatto a credere che esso provenga da sublimazione procurata dal calore centrale, affidandosi segnatamente alla molta volatilità di questo metallo. E piacendosi egli di una sì fatta spiegazione del fenomeno, crede che altrettanto si abbia probabilmente a dire dello zinco ossidato, del cobalto manganesifero, del rame e dell'arsenico trovati non ha molto ne' terreni terziari de' contorni di Parigi; non senza avvertire però alla non volatilità di alcuni di questi metalli (3); difficoltà alla quale non si va incontro, come si vede, seguendo i miei principii. Nè per questi siamo costretti a supporre che, ammessa anche la volatilità di que' metalli e de' loro ossidi, essi abbiano, per la sola azione del calore, ad attraversare i letti delle rocce sottoposte per portarsi fino ai

(1) *Ann. des min.* t. 4. p. 19.

(2) *L'Institut.* 2. ann. p. 334.

(3) *Ann. ch. et phys.* t. 64. p. 286.

più superficiali senza arrestarsi per via ne' primi. Altro esempio di mercurio in terreno terziario si ha nella montagna del Gigante e sei leghe da Guanajuato al Messico (1).

246. E qui, dopo di avere toccate alcune di quelle obiezioni le quali sembrano a me più convincentemente contraddire le ipotesi predette, oltre molte altre che già furono poste incontro alle medesime e che qui sarebbe stato superfluo ripetere; mi farò ora ad aggiungere alcune considerazioni, le quali sono suggerite da' fenomeni che presentano taluni filoni, e che sembrano a me venire in soccorso di questa mia opinione. Ed innanzi a tutto prenderò a ragionare della relazione che passa tra i filoni stessi e le rocce che li comprendono, mentre queste e quelli dovrebbero essere indipendenti fra loro, seguendo le predette supposizioni; lo che perciò si unirà ad un tempo alle cose premesse a fine di escludere viemmeglio queste ultime. Delle quali dipendenze tra le rocce e i filoni, siccome fatto importantissimo, mi permetterò riferire parecchi esempi. Uno di questi ci si offre dalla miniera di Kongsberg in Norvegia; i cui filoni sono ricchi di argento ove attraversano i letti che contengono molte piriti e zinco; poveri ove si trovano fra lo scisto micaceo; il che assai chiaramente dimostra l'influenza della roccia contigua sulla natura del filone che vi sta racchiuso. Della qual cosa presentano non rari casi le miniere di rame e di stagno di Cornovaglia. Ecco altri fatti analoghi ed anche meglio convincenti. Alcuni filoni di piombo, che in Inghilterra si trovano nella calcaria a encriniti, sono strozzati e talvolta interamente tagliati ove s'incontrano cogli strati di anfibolite (*toad-stone*); il perchè si conviene considerare nell'anfibolite una roccia la quale, o arrestando le correnti elettriche per un'azione coibente, od in qualunque altro modo, abbia resistito alle forze produttrici del filone. Il D'Aubuisson che riferisce questo fatto (2), osserva, e dirò assai giustamente, non potersi da' fatti puramente locali desumere conclusioni generali. Se però una tale riflessione poteva forse trovar luogo allorchè egli dettava il suo Trattato di Geognosia (1819), essa non conviene più al presente; essendosi ora le osservazioni di tal specie sì fattamente

(1) L'Institut. 1839. n. 275. p. 114.

(2) Tr. de Geogn. t. 2. p. 647.

moltiplicate, che un tale fenomeno si riguarda come uno dei più comuni, e sì che esso si ha a prendere in considerazione ogni qual volta si tratti di stabilire l'etiologia de' filoni. Gioverà pertanto il ricordare ciò che sotto un tale aspetto presentano alcune miniere, preferendo que' fatti che possono far meglio conoscere tutta l'importanza di questo fenomeno de' filoni. Alcuni di tali fatti vengono discorsi dalli Dufrenoy e Beaumont a proposito delle loro osservazioni sovra alcune miniere di Cornovaglia. L'uno di essi si riferisce alla miniera di rame di *Huel-Alfred* a Pillack; ove il filone metallifero, che nell'*elvan* ha uno spessore o *potenza* di 24. piedi, non ha che 6. piedi nel *killas*; nel quale al tempo stesso diviene sì povero che ne fu abbandonato lo scavo. Il filone di stagno della miniera di *carleen*, ricco in tutta la parte che attraversa lo scisto (*killas*), entrando nel granito si riduce ad una piccola vena. Similmente il Jars (1), favellando delle miniere di ferro che sono nelle vicinanze di Philipstadt, e precisamente nel luogo denominato Nordmarck, riferisce un fatto del tutto analogo. Egli dice: « Lorsque le granit se rapproche du filon, pour nous servir « de l'expression des mineurs, il le dérange ordinairement et « emporte le mineral, c'est à dire que le filon est beaucoup « plus étroit dans ces endroits-là, et souvent même entière- « ment coupe. » — « Le granit de ces cantons renferme d'as- « sez grandes parties d'une pierre à chaux blanche et à fa- « cettes dans sa cassure. . . . Lorsqu'elle rencontre le filon, « elle est d'un mauvais indice car elle le coupe ordinaire- « ment. » Nè fatti pienamente analoghi sfuggirono al Fox, facendo egli conoscere come le vene di minerali petrosi, « quan- « tunque ordinariamente distinti ne' loro caratteri dalle rocce « che esse attraversano, in generale partecipino in qualche modo « della natura di quest'ultime, e variino col variare di queste, « sia granito, *elvan*, *killas* ec. (2). » Ed in seguito egli dice « che le vene di rame e di stagno cambiano natura trovan- « dosi comprese nell'*elvan*, e che in effetto una tale osser- « vazione conviene ad ogni cangiamento di roccia: così una « vena ricca nel granito, d'ordinario diviene sterile nel *killas*

(1) Voy. metallur. t. 1. p. 105.

(2) Edinb. Jour. I. c. p. 268.

« e viceversa. » Accennerò similmente che il Fournet ebbe a notare a Pont-Gibaut delle differenze ne' minerali che riempiono i filoni o norma ch'essi attraversano questa o quella roccia; asserendo egli che lo scisto micaceo e lo steascisto sono le rocce metallifere per eccellenza (1). Gioverà in fine riferire alcuni di cotali fatti notati dall' Henwood, e perchè essi sono in vero conchiudentissimi, e perchè asseriti per lo appunto da lui, cui non piace consentire all'opinione di quelli che ammettono nelle rocce uno stato opposto di elettricità. Dopo di aver egli detto essere un fatto generale, soggetto però a molte eccezioni, che le miniere di stagno prevalgono nel granito, quelle di rame nello scisto, egli ricorda primieramente la miniera di Botallack; ove si osservano due o tre interpolazioni di granito e di scisto di non grande estensione. Nel granito il minerale constava di stagno; di rame nello scisto. « In vero, dic' egli, « è questo un fatto noto abbastanza che la stessa vena è rare « volte ricca in differenti rocce. »; e qui menziona la miniera di Wheal Vol doviziosissima nello scisto, affatto povera nel granito; ed al contrario la contigua miniera di Great-Work è profittevole soltanto nel granito e non nello scisto (2). E lasciando qui di ricordare altri fatti da essolui discorsi, essendo, io credo, bastevoli gli esempi da me accennati affine di chiarire questa parte della storia de' filoni; dirò al postutto essere questo un fatto omai generalmente consentito dai geologi, e che i canopi conoscono perfettamente; non senza rammentare che l' Henwood dalle sue considerazioni su questo particolare conclude essere ciò incompatibile con qualunque teoria: sia quella che suppone l'iniezione delle sostanze dal di sopra, sia quella delle sublimazioni (3).

247. Ciò che si è detto dell' influenza delle rocce sulla ricchezza e spessore de' filoni da cui esse sono attraversate, dee presso chè dirsi dell'azione che i filoni stessi esercitano fra di loro; perchè alcuni ne' punti d'intersecazione si arricchiscono, altri divengono poveri. Come potrebbero essi spiegarsi cotali fatti supponendo i filoni formati da un semplice riempimento meccanico, mi sia concesso il ripeterlo, od anche da un tra-

(1) Ann. ch. et phys. t. 54. p. 156.

(2) Edinb. n. Phil. Jour. n. 43. p. 157.

(3) L. c. p. 170.

sudamento laterale delle materie filtranti per le rocce, come piacque ad altri d'immaginare? Niuna dipendenza in questo caso, conformemente a ciò che si è detto or ora riguardo alla natura de' letti, dovrebbe trovarsi fra la natura e la ricchezza di un filone e quella di un filone vicino o contiguo. Niuna relazione del pari fra la ricchezza di un filone e l'angolo ottuso od acuto sotto di cui viene tagliato da un altro. E qui pure mi è dato giovarmi delle osservazioni del Fox. Asserisce egli che quando due vene di rame discendendo s'incontrano sotto differenti angoli, trovansi esse povere al punto della loro intersecazione e ne' punti più prossimi al contatto, e che esse si arricchiscono poco inferiormente nel loro processo; la qual cosa, dice' egli, osservasi ordinariamente (1). « Questi fatti, « soggiungesi da lui, sono notevoli allorchè si considerano in « relazione alle opposte correnti elettriche che hanno effetto « nelle vene che si approfondano nella massa del globo in « contrari sensi. » Non dissimulerò che di tali fenomeni dei filoni non saprebbe indicarsi con sì fatti principii una etiologia del tutto precisa, nè si riuscirebbe per ora ad assegnare una esatta spiegazione di tali apparenze in tutti i loro più minuti particolari, alla produzione di cui per avventura concorrono circostanze accidentali e locali. Egli è certo però che il vedere in generale le masse minerali che avvicinano i filoni avere una manifesta influenza sulla natura, ricchezza ed ampiezza di questi ultimi, ella è tal cosa che debbe esserci di scorta onde determinarci nel nostro giudizio, e deciderci quindi a prò di una teoria la quale suppone che alla formazione de' filoni stessi concorra la massa delle rocce contigue, anzi che seguire l'opinione di quelli che riguardano l'una cosa al tutto indipendente dall'altra. E tanto evidente è l'influenza delle rocce che accompagnano od avvicinano i filoni sui filoni stessi, che il Fournet, sebbene egli segua diversi principii, ebbe a notarla, ascrivendo ad essa la facoltà di determinare la disposizione delle sostanze che si trovano ne' filoni stessi e la loro cristallizzazione.

248. Innanzi di addurre altri fatti i quali menano alla conclusione medesima, occorre che qui si faccia menzione di talune considerazioni del Brongniart; le quali per lo appunto

(1) L. c. p. 269.

si riferiscono a' restringimenti o strozzature che dir si voglia de' filoni di sopra discorse. Così dic' egli : « Les étranglemens « et évasemens qu' on y observe peuvent être dus à deux « causes : tantôt parce qu' en raison de la nature du terrain la « fente a été plus ouverte dans certaines roches que dans d'au- « tres; tantôt, et c' est probablement le cas le plus commun, « parce que, la fente ayant été faite dans une direction sinueuse, « la masse supérieure, en glissant sur la masse inférieure, a pré- « senté les saillies et les dépressions du toit vis-à-vis les sail- « lies et les dépressions du mur (1). » Importando perciò che si prendano a considerare separatamente queste due supposizioni, intorno alla prima può dirsi che niuna analogia porta a credere che nel fendersi la massa consolidata della terra alcune rocce abbiano potuto nel distaccarsi lasciare uno spazio maggiore delle altre, quasi che in queste ultime si avesse a supporre una sorte di duttilità, ovvero nelle prime la facoltà di prendere un certo restringimento conforme a quello delle argille che si dissecano; la qual cosa però non potrebbe convenire a rocce belle e consolidate, e molto meno a quelle che sono cristallizzate, come, a modo di esempio, può dirsi del granito che nelle miniere di Nordmarck e di *carleen*, come si è veduto, è cagione di una di tali strozzature. Oltre di che si ha ad osservare che giusta una tale supposizione, egli sembra che la roccia medesima dovesse ovunque ripetere lo stesso fenomeno; lo che non si avvera. Quanto poi alla seconda di queste supposizioni sue, la quale in vero a prima giunta sembra almeno assai ingegnosamente immaginata, pare a me che essa non soddisfi all'uopo, conciossiachè non rappresenta precisamente il fatto a cui si allude; comechè quanto da lui si suppone sia ciò che veramente si osserva d'ordinario nelle fratture a soluzione di continuità, più comunemente ora conosciute sotto il nome di *failles*: cioè che le pareti di tali fenditure, se queste siensi operate seguendo una linea sinuosa, anzi che essere in tutta la loro estensione a mutuo contatto, lasciano di tratto in tratto de' vuoti (2). Secondo una tale supposizione, io dico,

(1) Dict. Sc. nat. art. *Filon*, t. 17. p. 46.

(2) Ved. La Beche, Rech. sur la part. theor. de la Geol. p. 93. fig. 38.

que' restringimenti de' filoni dovrebbero vedersi soltanto ove gli strati delle differenti rocce, per uno spostamento, non corrispondono più fra loro, come accade in molti filoni. Ma non è questo il caso che si vuole avvertire dagli osservatori premenzionati, siccome è facile a rilevarsi dalle descrizioni ch'essi ne hanno dato. Infine dirò che, se pure, non ostante queste mie considerazioni, piacesse di ammettere l'una o l'altra delle supposizioni del Brongniart, essa varrà al più riguardo a' restringimenti nella massa delle vene, non già quanto alla loro natura e ricchezza: il che mi sembra per tal modo evidente, che io mi asterrò dall'entrare in alcuna discussione.

249. Ecco ancora altri fatti che a mio avviso portano a concludere una reale dipendenza fra le rocce e i filoni. Uno di questi sembra a me doversi ravvisare in quel tessuto poco compatto, in quello stato di alterazione o di disfacimento che osservasi spesso nella roccia aderente ai filoni; perciocchè egli convien che si scorga una quasi che io dica perfetta analogia fra questo fatto e quello che il Meuhon (§ 147.), in occasione delle sue ricerche riferite di sopra, osservava: cioè uno stato di decomposizione sempre crescente nell'interno di que' minerali, alla superficie di cui andava di mano in mano formandosi de' cristalli, la produzione ed accrescimento de' quali facevasi a spese de' minerali stessi.

250. Ed altra apparenza la quale viene appresentata dai filoni merita pure di essere a questo effetto notata; e questa si è che allorquando essi sono formati di parti cristallizzate, l'apice de' cristalli stessi o la loro estremità libera è sempre rivolta verso l'interno del filone, sì ch'essi trovansi normalmente disposti relativamente alle loro pareti; rappresentando così altrettante druse cristalline. Ora sa ciascuno avvenire altrettanto ogni qual volta una sostanza venga a cristallizzare alla superficie di un corpo qualunque da cui tragga i propri elementi; siccome si vede nell'allume in piuma, nel solfato di magnesia che si producono naturalmente, come si è avuto occasione di accennare altrove, e ne' sali in genere che si formano in efflorescenza alla superficie de' corpi. Chè anzi merita il ricordare a tale proposito un fatto che spesso avviene di osservare. Se si abbandoni alla spontanea cristallizzazione una sostanza qualunque, si vede ne' cristalli che vanno formandosi alla superficie

della massa cristallizzabile una tendenza più o meno decisa a sollevarsi dalla massa istessa, mentre quelli che si formano sulle pareti del vaso in cui si contiene la sostanza medesima sono d'ordinario giacenti. In quest'ultima situazione egli sembra perciò che trovar si dovrebbero i cristalli che talvolta formano la massa de' filoni, se questi fossero stati riempiti meccanicamente da un fluido introdottosi per la loro apertura superiore. E poichè la cosa mostra il contrario, egli si ha perciò a presumere che i cristalli predetti, per la loro posizione più o meno normale rispetto alle pareti de' filoni, abbiano in vece tratti da queste i loro elementi, come l'allume ed il solfato di magnesia dal suolo che ricuoprano, come i sali efflorescenti dalla massa da cui si separano. Lo che è conforme pur anco al credere del Beudant; da cui si presume che i cristalli che si formano alla superficie de' corpi sieno portati ad innalzarsi sulla superficie medesima per le molecole che successivamente si aggiungono inferiormente, e che spingono innanzi a sè quelle che le precedettero (1).

251. Non mancherà forse chi osservi quanto si dice nel precedente §. e molte delle cose da me discorse fin qui potersi conciliare colla teoria del trasudamento laterale per infiltrazione. Intorno a che basteranno, io credo, le seguenti brevi considerazioni. Giusta una tale ipotesi, e conformemente a quanto si è detto intorno all'infiltrazione in generale, nelle rocce contigue ai filoni dovrebbero vedersi, ed anche a notevole distanza, le tracce della sostanza che si suppone essere filtrata attraverso di esse; ciò che è contraddetto dall'osservazione. Non avrebbe questo bastato a procurare il distaccamento di quelle masse, di quelle schegge che si osservano comprese nella massa de' filoni (§ 243). Non si renderebbe perciò ragione delle strozzature de' filoni. Le quali cose sembrando a me bastevoli a prevenire ogni obiezione, mi passerò di queste poche parole.

252. All'opposto di quanto si è detto di sopra vuole il D'Aubuisson dalla struttura appunto de' filoni dedurre un argomento del riempimento meccanico de' filoni. Tien'egli che ciò si debba desumere da quella regolarità che si scorge negli

(1) Ann. chim. et phys. t. 8. p. 14; Trait. élém. de Min. §§. 11. 23. e 138.

strati di taluni filoni e dal paralellismo ch'essi serbano colla loro *salbanda*; considerando egli cotali strati come deposizioni delle diverse sostanze successivamente introdottesi, desumendone egli argomento di analogia dai tubi degli acquedotti e dalle geodi. Quanto a queste ultime, non so se i cristalli che tappezzano il loro interno si abbiano a credere formati siccome egli mostra opinare; ed in ogni modo la loro genesi è ancora troppo oscura per poterne trarre alcuna induzione. Se poi si tratti de' tubi degli acquedotti, essi fanno conoscere, è vero, che un liquido ricco di principii terrei o metallici lascia sulle pareti del canale per cui trascorre una deposizione in istrati seguendo gli andamenti del canale stesso. Ma se si facesse che l'acqua di tali acquedotti, anzi che avere un esito perenne, dovesse ristagnare, come appunto dovrebbe accadere nel fondo delle supposte fenditure, la sua deposizione non mancherebbe di prendere la forma di strati orizzontali, seguendo le leggi dell'idrostatica, siccome si vede ne'grandi serbatoj di acqua; sebbene in questi si trovi anche sulle pareti una sottile incrostazione; come per esempio si vede nella Piscina mirabile. Nella parte più bassa almeno de' filoni avrebbe dunque a notarsi questa disposizione in istrati orizzontali; lo che non si osserva mai: cioè nè in veruna parte de' filoni, nè in alcuno di essi. E in ciò conviene meco il Brongniart. (1), facendo anch'egli osservare che que' filoni formati di sostanze disposte in istrati ondegianti e paralleli fra loro ed alla *salbanda* (c), non possono spiegarsi colla supposizione che ammette una soluzione qualunque essersi introdotta dall'alto ad empier le fenditure persistenti; e che in tal caso conviene ricorrere ad « una causa ancora ignota, probabilmente analoga a quella che « ha riempite le geodi. » Dirò in fine che a convincere un diverso modo di formazione dei letti e de' filoni, cioè non essere questi, come sono quelli, l'opera di una semplice deposizione o sedimento, si unisce pur anche la seguente considerazione. Il minerale è ne'letti omogeneo, egualmente sparso e compatto; ciò che non si osserva ne'filoni, ne'quali, per servirmi dell'espressione del Berzelius, la quantità del minerale è più variabile che negli strati. E qui pure il Fournet ci soccorre

(1) Dict. Sc. Nat. art. *Filon* p. 48.

di un fatto o per meglio dire d'una considerazione relativa ai filoni in genere, che viene in acconcio il riferire siccome del tutto conforme a' miei principii. Osserva egli che nella disposizione delle parti che compongono alcuni filoni da essolui esaminati, ciò non ha effetto a norma del loro peso specifico. Così per esempio egli ci fa osservare che il quarzo, comechè comparativamente più leggiero della barite solfata, nella maggior parte degli esempi da lui riferiti si trova posto inferiormente ad essa. E pari cosa egli nota rispetto alla stessa barite solfata, che occupa le parti inferiori rispettivamente alle piriti ed alla galena, alle quali cede nel peso e nella densità (1).

253. Non niegherò io che la nostra mente difficilmente giunge a comprendere come de' filoni, talvolta di una smisurata grossezza ed estensione, siensi potuti formare nella guisa da me immaginata: cioè pel concorso di sostanze trasportate dalle correnti elettriche. In su di che dirò primieramente essere del pari vero che questo modo di ragionare, pur troppo frequentissimo, pel quale si escludono alcuni principii, alcune teorie, solo perchè non si saprebbero concepire, è forse il più ingannevole de' nostri criteri, ed atto soltanto a mostrare quanto limitata sia la mente nostra e, mi si permetta il dirlo, a far conoscere l'orgoglio di coloro che ne fanno uso, quasi immaginassero essi di poter comprendere tutta l'immensa estensione delle leggi, delle forze e degli esseri mondiali (2). Oltre di che si vuole qui riflettere che tali masse, che a noi sembrano di smisurata grandezza, si riducono a tenuissima cosa relativamente alle masse delle montagne e de' terreni che i filoni attraversano, siccome appunto fa osservare il Brongniart medesimo. Il che, sollevandoci al di sopra della picciolezza nostra, varrà a togliere viemmeglio il prestigio di una sì fatta obiezione, la quale fondasi più ch'altro sulla grandezza della massa de' filoni. In fatti una tale obiezione non si vorrebbe opporre relativamente a quelle piccole vene che spesso si osservano ne' marmi e nelle agate, che sì bene rappresentano la forma de' filoni, a quelle che il De France dice di aver vedute attraversare alcune conchiglie e quell'ortoceratite del marmo di Valogne (§. 240). E dirò pure che il por mente alle epoche quasi che io dica

(1) Ann. ch. et phys. t. 58. p. 387. e s.

incommensurabili della natura basterebbe a farci meno renitenti ad ammettere una sì fatta unia ipotesi.

254. Il predetto ill. mineralogo, il Brongniart, da' diversi fatti ch'egli prende ad esame con somma giustezza conchiude, che forse niuna delle ipotesi fin qui immaginate vale a rendere ragione di tutto quanto presentano i filoni; nella quale sentenza ragion vuole che si convenga pienamente; nè io sdegherò il dire ch'essa forse si confà del pari alla ipotesi da me fin qui discorsa. Dirò anzi che in generale dobbiamo guardarci sempre da quella tendenza, la quale è pure in mente di molti, di ridurre i fenomeni naturali ad una unica causa; ciò che vale cotanto ad illudere non pochi per quella semplicità che mostra in sè una così fatta maniera di ragionare. La quale semplicità però è del tutto contraria alle leggi naturali, se alla produzione di ogni benchè menomo effetto concorrono cause e circostanze moltissime, e talune a noi forse ignote; siccome sono quelle tutte che presiedono all'ordine mondiale. Le quali, è vero, possono verisimilmente ridursi ad una sola: l'attrazione; ma ciò non toglie che come forze secondarie o di un ordine anche inferiore, agiscano esse in tanti diversi modi, sì che l'una vale a modificare e talvolta fino ad elidere l'altra.

255. Vorrà forse osservarsi le cose fin qui considerate servire soltanto a dichiarare il modo pel quale i filoni si sono formati, come i loro principii siensi adunati, non la loro forma; la quale veramente rappresenta quella di una fenditura riempita da una sostanza estranea. Il perchè volendosi rendere ragione anche di questa apparenza, dirò potersi supporre avere la sostanza stessa de' filoni, per quella forza menzionata di sopra, di che sono fornite le sostanze cristallizzabili (§. 143.), dato ragione alle fenditure medesime. E più conforme forse a ciò che ora dalla maggior parte de' geologi si tiene, sarà il rivolgersi a quelle fratture o soluzioni di continuità che nella contrazione della crosta consolidata della terra si formarono può dirsi ovunque. Nè mancherà di dar fondamento a questo mio avviso il vedersi nelle rocce che sono attraversate dai filoni, come già si avvertiva di sopra, quelle dislocazioni de' letti che appunto costituiscono il fenomeno principale di tali soluzioni di continuità. Le quali soluzioni di continuità avranno per lo appunto determinato un deposito delle materie trasportate dal-

l'elettricità per le sue correnti attraverso alla massa terrestre; e queste materie per la forza predetta si saranno procurato lo spazio. Ed egli può credersi similmente che una fenditura in origine assai limitata nella sua estensione, siasi poscia così fatta maggiore. E qui viene in acconcio il ricordare quanto si avvertiva di sopra (§. 244.): cioè essere questa l'opinione pure del Fox. Intorno a queste supposizioni mie, per le quali io mi studiai di assegnare una etiologia forse migliore della genesi de' filoni, la quale io sottopongo al giudizio de' sapienti, finalmente mi restringerò a dire, sembrarmi esse alquanto semplici, e non presentare veruna di quelle difficoltà che diedero motivo alle diverse obiezioni che furono addotte da' geologi contro l'ipotesi delle fenditure immaginata dal Werner, o più giustamente da G. Agricola.

256. Dopo di queste considerazioni sui filoni rimangono ad esaminarsi due altri fenomeni importantissimi: i cristalli epigenii e pseudomorfi ed i petrefatti; gli uni e gli altri aggiugnendo un qualche fondamento alla mia tesi col far conoscere anche per altra via operarsi un continuo movimento nelle masse minerali; movimento sufficiente a cagionare in essa sensibili mutamenti. Oltre di che, se pure io mal non avvisi, egli sembra che da essi possa desumersi, comechè meno direttamente, un'argomento a prò della mia opinione; e questo consiste in ciò, che i loro fenomeni, la loro genesi segnatamente riguardo a' cristalli predetti, ricevono da' miei principii una facile spiegazione; mentre ricorrendo all'infiltrazione, a cui da non pochi si vuole ascrivere la loro produzione, e questo può dirsi eziandio de' petrefatti, non si giunge ad alcuna plausibile spiegazione. In fatti egli sarebbe certo mal ponderato il credere che l'acqua avesse potuto disciogliere i cristalli di spato calcario, di pirosseno, e molto più quelli di quarzo o di feldispato, ai quali è succeduto il talco o steatite cristallizzata, e che perciò ha presa la forma ora della calce carbonata primitiva, della c. c. equiasse, della c. c. metastatica (Baireut); ora del quarzo ialino prismatico (Baireut), ora del feldispato quadri-esagono (Carlsbad); non che talvolta del pirosseno bisunitario e triunitario (Fassa). Oltracciò come supporre, quand'anche si voglia accordare all'acqua una tale facoltà dissolvente, che dopo di aver essa disciolte le sostauze predette, non avesse

lasciate le tracce di una sì fatta infiltrazione nelle masse minerali per le quali ebbe a trascorrere? Ciò che segnatamente si conviene, fra gli esempj qui ricordati, a quello che si osserva a Carlsbad; ove i predetti cristalli di steaite pseudomorfa sono compresi nel granito; in tal caso aggiungendosi anche la natura e compattezza della roccia a contraddire questa supposta infiltrazione; ed unendosi pure a ciò quanto mostrano i cristalli medesimi. Osservasi in essi, ciò che è degno di molta considerazione, che l'alterazione o metamorfosi del feldispato ebbe incominciamento dal centro dei cristalli, sì ch'essi nella parte più esterna serbarono la loro originaria durezza ed il tessuto lamellare (1); la qual cosa siccome vede ognuno, non può ascriversi certo alle acque filtranti; la cui azione dovrebbe invece manifestarsi sopra tutto, anzi che nel centro de' cristalli, alla loro superficie. Ed un fatto al tutto conforme a questo viene riferito dal Boué; asserendo egli d'aver veduta della marna ferruginosa configurata « in masse bacillari e separate da piccole « sfoglie di manganese ossidato, in modo che quest'ultimo minerale forma talvolta degli alveoli prismatici, allorchè la marna è stata in seguito eliminata » (2). Perchè egli è facile a comprendersi che nel fatto cui accenna questo ill. osservatore si hanno a ravvisare de' cristalli di manganese ossidato metalloide cristallino sotto la sua forma ordinaria prismatica, li quali si sono distrutti nell'interno, rimanendo soltanto le parti esteriori. Se al contrario si supponga l'elettricità operatrice di tutti quanti i mutamenti che presentano i cristalli pseudomorfi pe' trasporti cui essa dà cagione, niuno di essi riuscirà inesplicabile o poco facilmente intelligibile; essendo che l'azione delle sue correnti può liberamente portarsi or sull'una or sull'altra parte a norma delle circostanze che ne modificano l'azione, sospendono o deviano l'andamento. Nè rivolgendosi a causa sì poderosa, cui niun corpo potrebbe resistere, sarà più cagione di maraviglia il vedersi eliminare tante diverse sostanze, come sono il carbonato calcario, il pirosseno, il quarzo, il feldispato, la calce solfata, il ferro oligisto ec., ed a queste sostituirsi il ferro spatico, la calamina, il quarzo, il quarzo-

(1) Dict. Sc. Nat. t. 52. p. 133. et s.

(2) Ann. Sc. Nat. t. 2. p. 192.

agata, la steatite, il petroselce (Schneeberg, Brocchi), lo zinco carbonato. Nè lascerò di ricordare che due de' più insigni investigatori delle cose naturali, il Berzelius ed il Becquerel, esposero già una sentenza non diversa dalla mia intorno alla formazione de' cristalli pseudomorfi ed epigenii; facendo eglino pure ricorso all'azione elettro-chimica de' corpi. Il primo de' quali, accennando ad alcuni di tali rimutamenti che hanno effetto nei corpi minerali, li quali da lui si considerano al tutto analoghi ad alcune alterazioni che per l'arte si ottengono; ed alludendo particolarmente al solfuro di ferro che, senza cangiare la propria forma, si converte in ossido ferrico; avverte poi i cristalli di questo solfuro essere auriferi; per il che « si presume, dic'egli, « che un'azione elettro-chimica qualunque dell'oro medesimo « sia quella che produce questo cambiamento; » di cui però si crede da lui « essere difficile a rendere ragione quanto all'eliminazione dello zolfo (1). » E così il Becquerel vuole che i cristalli pseudomorfi si riferiscano alla cementazione; la quale, come si disse a suo luogo (§. 142.), egli considera null'altro essere che un effetto di azioni elettro-chimiche (2).

257. Tutte le quali cose convengono del pari ai cristalli epigenii; se anzi, come si vede, dal Berzelius nel luogo testè riferito a questi più che agli altri si allude, nè in vero la genesi loro può richiedere una diversa etiologia, essendo essi forse il primo passo alla formazione de' cristalli pseudomorfi. Chè anzi se i cristalli epigenii al pari degli altri attestano quella successione continua di decomposizioni e ricomposizioni che si fanno nella massa della terra, non meno di quelli essi ricevono una facile spiegazione co' principii medesimi; e così per essi si concepisce facilmente, come a cagione di esempio, possa da un lato eliminarsi l'acido fosforico e dall'altro sostituirsi lo zolfo nella formazione del piombo solfurato epigenio che proviene dal piombo fosfato. Dicasi altrettanto dello zolfo che si sottrae nel cambiarsi del ferro solfurato in ferro epatico; dell'antimonio che si converte in antimonio ossidato; ed in fine di tutte quelle addizioni ed eliminazioni che sono necessarie perchè la calce anidro-solfata si couverta in calce solfata

(1) Tr. de Ch. t. 3. p. 263.

(2) Ann. ch. et phys. t. 49. p. 137.

lamellare; il ferro ossidato in grani di ferro solfato (*f*), e sopra tutto perchè possa il feldispato, eliminandosi l'allumina e la potassa, e sostituendosi la magnesia, trasformarsi in steatite (*g*). Le quali considerazioni, se pur sembrassero agli occhi di taluni meno che convincenti, vengono convalidate da' sperimenti diretti; il perchè sarà tolto ogni dubbio intorno alla validità e giustezza loro. Tali sperimenti furono da prima tentati dal Guyton; a quali prestò cagione un ossido d'antimonio proveniente dalla Galizia, in cui serbavansi tuttavia distinte le forme e la struttura proprie del solfuro di questo istesso metallo. Le conclusioni che il Davy pose in fine della sua celebrata lezione bakeriana poco prima pubblicata (1806.) gliene somministrarono il pensiero; e quindi volle egli convalidare per l'esperienza alcuni suoi pensamenti del tutto conformi alla etiologia da me immaginata intorno alla formazione de' cristalli predetti. Ciò che si fece da lui sottoponendo i solfuri di diversi metalli all'azione della pila; e per tal mezzo fu dato a lui di rendere ragione della produzione di analoghe sostanze che si trovano nel regno minerale. Giunse egli veramente ad ottenere così la eliminazione dello zolfo dai solfuri di ferro, d'argento (miniera d'argento bigia o *salherz* cristallizzato), non che dal solfuro di antimonio stesso, mentre in essi sostituivasi l'ossigeno a cangiare in ossidi i metalli predetti; metamorfosi in vero bastevole a rappresentare i rimutamenti che naturalmente si operano ne' minerali (*h*). Appresso a che porta il pregio che si riferisca qui ciò che il Becquerel similmente operava affine di chiarire il processo che spontaneamente ha effetto ne' minerali allorchè si formano tali sostanze. « Io dissi
 « in una precedente memoria che affine di ottenere il solfuro
 « d'argento cristallizzato in ottaedri, conviene da prima formare
 « l'ipo-solfito doppio di potassa e d'argento, per sottometterlo
 « poi ad una lenta decomposizione, introducendo l'ossigeno
 « nella soluzione mediante una pila debolissima, la quale al
 « tempo stesso reagisce sull'ipo-solfito d'argento togliendogli il
 « suo ossigeno; e che queste due azioni nel corso di un mese
 « danno motivo alla produzione di un ipo-solfato di potassa e
 « ad un solfuro d'argento cristallizzato in ottaedri. Ora se si
 « renda anche più lenta l'azione delle correnti mediante un
 « processo che indicherò allorchè avrò a far conoscere i com-

« posti elettro-chimici che possono ottenersi coll'argento e con
 « altri corpi, ne riesce un altro effetto: il filo d'argento collo-
 « cato nel tubo positivo, in cui si contiene l'ipo-solfito dop-
 « pio, si riveste da principio di cristalli che appariscono confi-
 « gurati in prismi dritti quadrangolari con vertice ad ambedue
 « le estremità. Nel primo caso questi cristalli si ridisciolgono
 « di mano in mano che si decompone l'ipo-solfito doppio che
 « è disciolto; mentre che nel secondo caso i cristalli non cam-
 « biano forma quantunque essi pure vengano decomposti. Ecco
 « ciò che avviene in quest'ultimo: l'ipo-solfito di potassa si
 « cangia in ipo-solfato a spese dell'ossigeno dell'ipo-solfito d'ar-
 « gento e di quello che viene introdotto dalla corrente; poscia
 « questo nuovo composto viene trasportato dal di dentro al di
 « fuori analogamente a ciò che ha effetto nella cementazione,
 « e si cristallizza alla superficie de' cristalli, senza che questi
 « cambino di forma; tal che al terminare dell'operazione que-
 « sti ultimi null'altro racchiudono che solfuro d'argento, il
 « quale si mostra sotto una forma diversa da quella che esso
 « prende ordinariamente. Sono questi adunque veri cristalli
 « pseudomorfi pari a quelli che si rinvencono in natura (1). »
 Appresso a che non passerò sotto silenzio le considerazioni del
 Sismonda sulla metamorfosi del ferro carbonato (ferro spatico)
 in idrossido di ferro epigenio; ciò che viene da lui ascritto
 all'azione galvanica che ha effetto tra le sostanze che accom-
 pagnano il minerale predetto (2). In fine mi permetterò il ri-
 cordare in questo luogo ciò che già ebbi a dire di sopra (§.
 97.) intorno all'opinione del Becquerel medesimo sulla con-
 venienza di rivolgersi all'elettricità ed ai trasporti ch'essa vale
 ad operare onde spiegare le alterazioni che si fanno ne' corpi
 del regno inorganico; il che del pari si addice ed ai filoni ed
 ai cristalli pseudomorfi ed epigenii, ed a' petrefatti de' quali
 farò qui appresso brevemente parola. E se quanto si è fin qui
 detto de' cristalli pseudomorfi basta veramente a dimostrare che
 essi si debbono ad un movimento molecolare, la cagione di
 cui si trova nell'azione elettrica, la quale si opera nelle masse
 minerali; l'esistenza di tali cristalli nella massa de' filoni me-

(1) Ann. ch. et phys. t. 49. p. 137.

(2) L'Institut. 2. an. p. 382.

talliferi vale a mio credere a chiarire vie meglio quanto da me si tiene intorno alla genesi di questi. Dimostrando que' cristalli che alcuni cangiamenti chimici ebbero effetto ne' filoni medesimi, e che questo avvenne dopo la loro formazione ed il loro consolidamento, tanto più facile ci sarà il comprendere quanto si disse intorno alla loro genesi; che io credo doversi ripetere del pari da un trasporto di principii, indotto dalle correnti elettriche che si operano nella massa terrestre.

258. Poco veramente resta a dirsi de' petrefatti oltre ciò che io ebbi occasione di avvertire di sopra; conciossiachè il volerne accennare tutti i particolari sarebbe qui fuori di luogo; ed in quanto alla genesi loro in generale vale a tanto, se io mal non avvisi, quanto si è detto or ora de' cristalli pseudomorfi ed epigenii; perciocchè egli sembra potersi e gli uni e gli altri ridurre a' principii medesimi. Conservano essi in fatti non di rado l'organizzazione loro, come i cristalli il loro ordinamento di parti; alcuni principii si eliminano, altri sono aggiunti. Che poi a' petrefatti convenga tutto quanto si disse della facoltà che hanno le correnti elettriche di trasportare i principii dei corpi, e della insufficienza dell'infiltrazione, egli è manifesto; e tanto più se si avverta alla insolubilità del carbonato di calce che forma la base delle conchiglie. Il De France veramente, nell'articolo da me ripetutamente citato, indica siccome solubili alcune conchiglie. Ma se beuc si consideri ciò ch'egli dice a tale proposito, sarà facile a vedersi non essere altrimenti una tale solubilità da essolui argomentata dalla natura delle conchiglie medesime; ma bensì qualificare egli come tali quelle appunto che più soventemente vanno ad obliterarsi. E ch'egli veramente non si fondi sulla loro composizione e sulla solubilità de' loro elementi, lo si rileva da ciò, ch'egli pone nel numero delle solubili le volute, le quali a un tempo egli considera insieme colle porcellane e crassatelle atte ad obliterarsi; mentre per le osservazioni dell'Hatchett si sa che le volute e le porcellane (cyproea) sono formate per intero di carbonato calcario intimamente unito ad una picciolissima porzione di sostanza animale. Nè diversa è la composizione della conchiglia delle ostriche; le quali al contrario sono di quelle che quasi mai si cancellano, sebbene in esse si trovino altri principii che forse potrebbero facilitarne la solu-

zione. E parimente egli riguarda come solubile una parte delle ammoniti, la conchiglia superiore delle iponici, porzione delle birostriti, soltanto perchè esse d'ordinario scompajono. E tutto ciò si vede chiaramente far egli per servire alla ipotesi dell'infiltrazione, ch'egli segue a preferenza di ogni altra, quantunque veda le varie difficoltà ch'essa presenta, e che sono per una tale ipotesi inesplicabili. Così favellando egli di alcune conchiglie di cui non rimase che l'impressione o modello esteriore e parte del nucleo interno, e cercando la ragione perchè la conchiglia stessa e l'altra porzione del modello interno siensi dileguati, dice: « Comechè ora non si conosca
« da noi alcun agente valevole a produrre una così fatta so-
« luzione senza disciogliere a un tempo il modello calcario
« che circonda questi corpi, sembra non potersi attribuire la
« loro scomparsa che all'azione dell'acqua e degli altri liquidi
« che continuamente scorrono dalla superficie della terra fino
« a grandi profondità (1). »

259. Se però si voglia rinunziare ad ogni prevenzione a prò di una o d'altra ipotesi, sebbene tuttavia io creda essere la mia supposizione, relativa a' trasporti che si operano dalle correnti elettriche, quella che forse meglio di ogni altra vale a rendere ragione de' principali fenomeni della petrificazione, converrà pur confessare che di questa operazione della natura la maggior parte rimane coperta da un velo, che forse a' nostri posteri soltanto sarà dato di sollevare. E in vero sarebbe mal ponderato e contrario ad ogni più sano modo di ragionare il ricorrere ad altrettante supposizioni quanti sono i fatti fin qui inesplicabili della petrificazione; e così immaginare delle ragioni perchè alcune conchiglie d'ordinario si confondono colla sostanza della roccia che le comprende, altre al contrario conservino tutte le loro forme; queste si cangino in massa cristallina, quelle no, ed altre vestano la natura silicea; alcune si obliterino soltanto in parte, come si è non ha guari toccato delle ammoniti, birostriti ec.; perchè le filladi e la creta promuovano la distruzione de' resti organici, e simili altri fatti. Ciò che a mio credere può dirsi con qualche fondamento intorno a questo proposito, si è che molte cause secondarie, o

(1) Dict. Sc. nat. t. 39. p. 249.

per meglio dire molte circostanze e condizioni particolari, che a noi non è concesso di penetrare e nè tampoco di ponderare adeguatamente, concorrono alla produzione di fenomeni sì variati, e che perciò, sebbene possa indicarsene la cagione principale, riescono a noi misteriosi.

260. Intorno a' petrefatti terminerò dicendo come mi conforti il pensiero che uno de' più illustri sapienti della Francia, il De Blainville, segua ora questa mia ipotesi sulla genesi loro, già da me indicata ne' miei precedenti opuscoli (1). Nell' articolo *Mollusques* del *Dictionnaire des Sciences naturelles* (2), parlando delle conchiglie egli dice: « Il moto insensibile che si « produce per le leggi dell'attrazione fra le molecole, le porta « a riunirsi sotto forma inorganica ed a cristallizzarsi; ed al- « lora i depositi delle conchiglie de' molluschi tendono più o « meno a cancellarsi ed a formare delle masse calcarie me- « diante la loro agglomerazione, ec. » Ora si vede com'egli venga nella mia sentenza eziandio quanto al modo di considerare l'obliterazione de' petrefatti, da me specialmente discusso in uno de' miei precedenti opuscoli (3). In su di che anche più chiaramente egli si esprime in altro luogo dell'articolo stesso (p. 137.), attribuendo egli il fondersi, per così dire, delle conchiglie medesime nella massa delle rocce che le comprendono alla pressione continua ed al *moto molecolare* che si opera nelle parti delle rocce stesse.

261. Dappoichè uno de' più illustri geologi di questi dì, il La Beche, si dichiara per l'opinione la quale ascrive all'infiltrazione la formazione de' petrefatti, porta il pregio che di questa sua opinione e delle cose da lui addotte a tal fine si faccia qui un qualche cenno. Ed innanzi a tutto gioverà il dire che, se egli, come si avvertiva (§§. 226. 227.), ascrive la genesi de' ciottoli calcarei e silicei a centri di attrazione che si sono formati in seno di alcune rocce, al che diede verisimilmente cagione la presenza di alcuni resti organici, può credersi del pari che in altre condizioni simili resti abbiano determinata la riunione di que' principii che costituiscono i petre-

(1) Lettera al Molina p. 19. Mem. sul moto int. de' solidi 1819. p. 44. Mem. II. p. 92. e s.

(2) T. 32. p. 86.

(3) Mem. II. art. 6.

fatti. E se in taluni casi si serbarono le forme de' resti medesimi, mentre in altri o ebbero a riuscire de' corpi o inforui o cristallizzati, ovvero si cancellarono, ciò può dipendere dalle diverse condizioni che diedero origine o che accompagnarono la formazione degli uni o degli altri. E poichè egli pone in campo le grifiti della penisola di Saint-Hospice, rispetto alle quali egli stesso avverte, essendo esse formate all' esterno di calcedonia e nell' interno di carbonato calcario cristallizzato, essere avvenuto un cangiamento nella materia filtrante; dirò inoltre, riportandomi alla descrizione delle medesime, di cui siamo debitori al Risso (1), che alcune altre sono riempite di una sostanza che fa fuoco all' acciarino e poca effervescenza cogli acidi, mentre v'ha pure di quelle che non contengono nell' interno che la sostanza della roccia marnosa che le racchiude. Appresso a che avrebbe a dirsi che, se quelle grifiti così petrefatte dovessero la loro origine alla infiltrazione, la tanto differente loro natura porterebbe a supporre, non uno, ma molti cangiamenti nella sostanza filtrante. Nè ciò solo, ma egli potrebbe inoltre opporsi a lui che quella supposta sostanza filtrante avrebbe tutte comprese nel modo stesso quelle grifiti, od al più si vedrebbe la petrificazione nelle une più, nelle altre meno completa, anzi che notarsi in esse quella versatilità avvertita dal Risso. Continuando il La Beche a favellare del fenomeno della petrificazione, ed accennando egli alla insolubilità del solfuro di ferro rispetto a que' resti organici cangiati in piriti, alla difficoltà che questo potrebbe forse opporre alla teoria dell' infiltrazione, egli crede bastevole l'addurre primieramente che le apparenze de' petrefatti di tal specie e di quelli prodotti dall' infiltrazione della silice sono talmente analoghe fra loro che, ammesso che questi ultimi sieno veramente l'opera della filtrazione, conviene attribuire anche ai primi una pari genesi; oltre di che egli avverte che forse il solfuro di ferro, che ne' nostri laboratori troviamo insolubile, è solubile in minime parti, valutabili solo dopo un lungo decorso di tempo, ovvero che esistono in natura delle circostanze che possono procacciarne la soluzione. Intorno a che, oltre a ciò che potrebbe dirsi osservando che

(1) Obs. géol. sur la presqu'île de Saint-Hospice; Jour. des min. n. 200.

la formazione de' petrefatti silicei nel modo da essolui supposto è cosa ben lungi dall'essere provata a modo da trarne alcun argomento, onde evitare le ripetizioni mi riporterò a quanto da me si disse della insolubilità della silice, e del dover noi attenerci all'esperienza, anzi che ricorrere a supposte cagioni (§. 149. e s.). Considera pure il geologo predetto alcune foglie di palme e gli alcioni cangiati in sostanza silicea; li quali, avendo serbata perfettamente la loro forma, portano a credere, dic'egli, che l'infiltrazione della silice sia stata rapidissima e tale da arrestare la loro decomposizione. E qui pure mi riporterò a quanto si disse (§. 156. e s.) intorno all'insolubilità dell'acido silicico; ciò che vale senza dubbio ad escludere la rapida filtrazione di questa sostanza, come da lui si suppone, e sì abbondante, come occorrerebbe che essa fosse a tale effetto. Questi brevi cenni giovino a far vedere che le considerazioni ed i fatti da esso lui riferiti non bastano certo a validare l'opinione sua sulla genesi de' petrefatti. Avvertirò bensì che mentre egli, riguardo al solfuro di ferro, vuol chiamare il tempo in soccorso, rispetto all'acido silicico, non meno insolubile di quello, egli è obbligato ad ammettere una rapidissima infiltrazione.

262. Che che egli sia però di tutto questo, e comechè non riesca per anche di rendere ragione di taluni fenomeni che presentano i petrefatti; questi però, e per la loro oblitterazione in alcuni casi, e pel variare dell'ordinamento delle loro parti allorchè essi prendono un tessuto cristallino, non meno chiaramente degli altri fatti precedentemente discorsi, dimostrano che nelle masse minerali incessantemente vanno operandosi delle decomposizioni e ricomposizioni. In fine essi si aggiungono a convalidare quel principio d'*instabilità universale* avvertita già, come altrove si disse, dal Newton.

263. Mi parve superfluo il far parola di quell'opinione che riferisce alle pretese acque petrificanti; a cui niuno di que' fisici che intendono alla ricerca del vero per l'osservazione de' fatti avrebbe a questo dì ricorso; e che quindi è al presente ristretta ad alcune scuole, onde per essa sovvenire taluni vieti dettati in mille altri modi contraddetti da' fenomeni naturali. Ciò valga intanto a prevenire i meno istruiti. Altrettanto può dirsi di quelle immaginate forze plastiche; per le

quali si volle rendere ragione de' petrefatti considerandoli, non come resti di corpi che un tempo vissero alla superficie della terra, ma bensì come corpi veramente ed originariamente minerali, che simulano l'apparenza degli animali e delle piante, ovvero delle loro parti.

264. Pe' quali fatti considerati in questo capitolo sembra potersi conchiudere almeno con assai verisimiglianza, che per le forze mondiali, e per elettricità sopra tutto, nel seno delle masse minerali si operano incessabilmente de' mutamenti i quali, se per la loro lentezza si rendono insensibili a noi mediante una superficiale osservazione, non lasciano però di farsi palesi pe' loro effetti; che ora si appresentano sotto l'aspetto di semplice disgregamento di parti e di decomposizione, ora di nuove produzioni. Chè se queste mie concezioni si giudicheranno da taluni meno che considerate e forse soverchiamente ardite, in ispezialità ove mi piacque estenderle alla genesi de' filoni, mi sia concesso il dire che, piuttosto che rifiutarle così innanzi tratto, abbia a lasciarsi che il tempo venga a contraddirle o a confermarle a norma delle osservazioni di che le scienze saranno per arricchirsi; chè anzi mi giova il rilevare essersi già dalle ricerche de' fisici convalidate non poche di quelle cose che io, forse precocemente, annunziava ne' miei precedenti opuscoli. Al quale proposito ricorderò segnatamente il Keilhau; il quale nelle sue lezioni intorno alla Geologia « *Theory of Granite* cc. (1); dalle proprie osservazioni desume conseguenze al tutto conformi a quanto da me si vuol dire e sulla mobilità delle parti de' solidi, e sui cambiamenti che perciò si operano nelle rocce, escludendo a un tempo ciò che taluni vollero attribuire alla infiltrazione ed alla sublimazione (i). In fine rammenterò io quel canone della moderna sapienza: *che conviene considerare possibile ciò che non è dimostrato impossibile.*

(1) Edinb. new Phil. Jour. t. 24. n.º 48. p. 387, t. 25. n.º 49. p. 80.



NOTE AL CAPITOLO XIV.

(a) Egli è da notarsi che il Palassau nelle sue osservazioni sui Pirenei, fu portato alla stessa conclusione ed a considerare il tempo come bastevole ad alterare più o meno e finalmente a distruggere i resti delle conchiglie che sono in que' monti compresi. (*Essai sur les Pyreods* p. 253).

(b) Merita a tale proposito di essere consultato l'articolo *Petrification* del De France che si legge nel *Diction. des sciences naturelles* (t. 39. p. 243); in cui si notano non pochi casi, ne' quali si dee riconoscere la distruzione delle conchiglie ec., e segnatamente nelle filladi e ne' letti di creta.

(c) Non intendo io con questo di disputare col Fox dell' anteriorità; disputa spesso scandalosa, e mai a prò della scienza. Io proclamava, è vero, prima di lui questa opinione; ma egli recava in mezzo delle osservazioni; ciò che vale ben più. Se questa mia concezione fu poi validata dalle cose da lui osservate, se ciò ottenne l'assenso suo, tutto ciò, anzi che suscitare in me il basso sentimento della gelosia, mi conforta e tengo a mio onore. Non alla gloria personale, ma alla ricerca del vero debbono essere intesi gli studi nostri; e purchè si riesca a questo sublime scopo di scuoprire una verità, il piacere purissimo, da cui perciò debbe l'animo nostro essere compreso, dovrebbe far tacere ogni altro men nobile sentimento. Sarebbe venuto forse a proposito in questo luogo il far parola di quanto si dice dall' Henwood, ove egli, favellando per lo appunto delle osservazioni del Fox, propone il dubbio se le correnti che esistono nell'interno delle masse minerali, sieno correnti termo-elettriche o sì veramente voltaiche (*Edinb. new Phil. Jour.* t. 22. p. 275). Ciò mi avrebbe tratto fuori del mio soggetto, e quindi stimai dovermene astenere. Se però avessi ad esporre in su di ciò la mia opinione, direi come mi sembri che forse ambidue le condizioni concorran in tale bisogna. La diversa temperatura di cui sono dotate le varie rocce osservata giusto dall' Henwood, e ciò indipendentemente e dal calore centrale e dalle altre cause discorse di sopra, le quali danno cagione alle tante alterazioni di temperatura nelle masse minerali (§. 82. e s.), basterebbe a farci supporre una causa valevole o promuovere il termo-elettricismo nelle masse medesime. D'altronde le molte decomposizioni che hanno effetto nell'interno della terra, decomposizioni che l'A. istesso dice dovere in tal caso accompagnare l'azione voltaica, ci porterebbero ad ammettere del pari anche quest'azione per entro alle masse minerali.

(d) Nome di origine tedesca, con che si chiama quella fessura o superficie che divide i filoni dalla roccia contigua, e che fin qui, che io sappia, non ha ricevuto equivalente nel nostro idioma.

(e) Chi oserebbe asserire di comprendere l'attrazione planetaria? Tuttavia niuno ardirebbe negarla; tanto può l'abitudine anche sui nostri giudizi!

(f) Ved. Boué, Ann. Sc. nat. t. 2. p. 193. In questo fatto ed in altri ad esso analoghi lo stesso Boué non può a meno di ravvisare delle prove decise delle operazioni chimiche e lente della natura; ed in alcune rocce de' Pirenei, in cui il feldispato, come de' luoghi predetti si trova cooverta in steatite, e l'anfibola in istato di profonda decomposizione, egli considera gli effetti di quel processo particolare della natura pel quale essa varia la forma de' suoi prodotti. Il che mi piacque di riferire in questo luogo affine di far conoscere che anche questo illustre geologo, qualunque sia la causa cui egli faccia ricorso, ebbe a riconoscere l'esistenza di tali successive ed incessanti decomposizioni e produzioni di nuove sostanze.

(g) A porgere un'idea anche più estesa delle alterazioni a cui soggiacciono i minerali, oulla varrà meglio che il riferire ciò che si trova nell'art. *Mineralogie del Dictionnaire des Sciences naturelles* (t. 31. p. 309). Discorrendosi ivi dal Brongniart i cambiamenti che avvengono nella composizione de' minerali, e precisamente quelli da lui compresi sotto il nome di *alterazioni chimiche*, egli dice: « Si possono ammettere tre modificazioni principali: » 1. La perdita dell'acqua di cristallizzazione, « donde risulta l'opacità ed il disgregamento; portata a quest'ultimo grado, essa si dice efflorescenza »

« Noi citeremo come esempi di questa sorte di alterazione chimica: « l'epsomite, la brucite, la laumonite, il natron, il reosin (soda solfata), il borace, la sodalite, il ferro fosfato, il rame solfato. »

« 2. La perdita o l'alterazione di uno de' principii costituenti; esso è uno de' casi più frequenti. »

« Il peridot verde trasparente — in peridot rosso o metalloide opaco. »

« L'anfibola lamellare — in *cornéenne* »

« Il pirosseno augite, nero, vetroso-io pirosseno giallastro, ocroso, terroso. »

« La parantina vetrosa, verdastra — in parantina terrosa rossastra. »

« La glauberite giallastra vetrosa — in glauberite polverosa, bianca, per la perdita del solfato di soda. »

« La sodalite, la retinite, l'anfigeno, il feldispato divengono terrosi per la perdita più o meno grande del loro alcali. »

« Il manganese metalloide si cangia in bruno, il ferro ossidato in rossastro, il ferro carbonato in bruno opaco, il ferro arseniato in giallo, il rame rosso in verde, il rame azzurro in malachite, il rame arseniato in grigio terroso concrezionato pel cambiamento del grado di ossidazione de' metalli. »

« Finalmente l'ampelite perde la sua aggregazione per la formazione de' solfati di ferro e di allumina, il ferro solfurato bianco, il rame pirroso si cangia in ossido bruno rosso di ferro, il piombo carbonato e fosfato in piombo solfurato, l'argento ed il mercurio muriati passano allo stato metallico mediante alcune decomposizioni quasi complete operate nel luogo istesso in cui questi minerali si sono formati. »

« 3. L'aggiunta di un nuovo principio; questo caso è molto più raro e non presentasi che nella karstenite che si cangia in gesso per l'aggiunta dell'acqua; nell'argento nativo in argento solfurato o muriato, nell'antimonio solfurato che passa allo stato di antimonio ossisulfurato,

« e ne' solfuri che hanno la proprietà di prendere in stato di solfati per « l' addizione dello zolfo, dell'acido muriatico o dell'ossigeno. »

A' fatti riferiti dal Brongniart io credo potersi aggiungere i seguenti. Io posseggo un cristallo cubico di una sostanza che può senza dubbio riferirsi al diaspro, come io credo potersi con fondamento presumere che questa sostanza, non cristallizzabile, siasi modellata sulla pirite di ferro cubica; e tanto più che la persona che a me la diede mi assicurò che alla sua superficie vedevasi qualche cosa di metallico; ciò che, per una meschinissima avidità, egli aveva tolto. Stando la mia supposizione, esso può aver luogo tra' cristalli pseudomorfi. Fra gli epigenii possono collocarsi alcuni cristalli che io trovai presso un negoziante di oggetti naturali frammentati ad alcuni de' così detti giacinti di Compostella. Essi sono di un agata giallognola appena traslucida. Le loro forme sono così determinate, che non saprei esitare a riferirle a quelle del quarzo ialino prismatico esaedro con doppia piramide di sei lati. Per lo che sembra in essi doversi vedere una vera epigenia, e del novero delle meno frequenti: cioè di quelle che provengono dall' aggiunta di nuovi principii.

(4) Ann. chim. t. 63: p. 113. Gli ossidi così ottenuti dal Guyton non servavano, è vero, la forma de' solfuri da cui provenivano; ma egli è da avvertirsi a ciò, che, come appunto si dice dal Guyton medesimo, « il risultamento dell'opera di alcune ore non può essere perfettamente « simile a quello di una operazione, la cui durata dipende dalla successione uniforme degli agenti, e la lentezza esclude ogni possibilità di « perturbazione. »

(1) Questo esimio osservatore si duole perchè non siasi, chiamando la chimica in soccorso della geologia, preso ad esame la facoltà che hanno le parti de' solidi di concepire taluni movimenti, affine di rendere ragione della informazione e metamorfosi di alcune rocce. Se ciò fa conoscere ignorare egli tutto quanto fu da me pubblicato su tale argomento, dirò come io tengo a mia gloria l'aver prevenuto il desiderio di sì illustre osservatore, ed al tempo stesso mi sia grato il vedere, qualmente, tenendo egli tutt'altra via che quella da me seguita, sia pervenuto alle conclusioni medesime. Se avverrà, come vivamente desidero, che questo mio libro pervenga in sino a lui, troverà egli forse strano che, mentre egli adduce argomenti perchè a tali principii dobbiamo rivolgerci onde rendere ragione della formazione della sienite di Christiania e di altre rocce analoghe, e mentre altrettanto io aveva fatto nella prima edizione di queste mie Ricerche (1824. § 195,) me ne sia astenuto in questa. Non poca confidenza nelle cose dette da lui, ma bensì il desiderio di addurre in fondamento della mia dottrina soltanto cose non controverse, mi ha indotto a ciò; sapendo come altri porti intorno a questo diversa opinione (V. L'Institut. 6. ann. n. 244. e 287.).

CAPITOLO XV.

Analogie che presentano i corpi minerali ed i corpi organici tra loro.

265. **S**e la somma delle cose da me discorse fin qui bastano a far conoscere che in tutti i corpi che sembrano i più rudi ed inerti operasi incessabilmente un reale movimento molecolare, e questo mostrasi perciò come una delle loro proprietà essenziali non meno dell'estensione, e farsi quindi ragione ne' minerali di una continua riproduzione; effetti di cotal sorta tanto più palesemente vedrannosi ne' corpi organizzati. E questi poi vie meglio convincenti riusciranno a prò della tesi mia, ponendosi mente a ciò, che in questi del pari che in quelli gli effetti di questo movimento e procedono dalle forze mondiali stesse, e vengono regolati dalle leggi medesime, comechè modificate da talune circostanze, in vero spesso difficili a discernersi; lo chè però non presta ragione bastante ad immaginare altre cause diverse dalle universali. E questa identità nelle forze che agiscono ne' corpi minerali e ne' corpi viventi è ciò che io intendo di addimostrare in questo capitolo; in cui ho preso a ragionare delle analogie che si osservano tra' corpi di che si compongono i due grandi regni della natura: organico ed inorganico. E se altri pure si diedero a considerare le analogie medesime, tra' quali menzionerò io specialmente il Patrin (lasciando a parte quelli che, come il Molina, il Brera ed altri, ebbero soltanto in mira di avvicinare gli animali alle piante), le indagini loro e le mie in ciò si distinguono, che mentre essi appigliaronsi in particolare alle forme esterne, da me si vuole innanzi argomentare un tal vero dalle intime azioni che si operano ne' corpi organici ed inorganici; fra' quali, dice il Serres, erasi pronunziato un divorzio che doveva essere eterno.

266. Ad effetto però di far meglio comprendere il mio intendimento, premetterò alcuni cenni, i quali viemmeglio mo-

streranno come lo scopo che io qui mi propongo differisca da quello ch'essi ed altri che si occuparono di tale argomento ebbero in vista; o per meglio dire, come la via che io prescelsi affine di chiarire quella relazione che veramente unisce cotali esseri fra loro, sia diversa da quella che altri seguirono. Tentarono eglino, come ho detto, di far conoscere i punti e le analogie per cui queste grandi classi di corpi si avvicinano ed in certa guisa negli estremi delle serie si confondono insieme, fermando sopra tutto lo sguardo sui loro caratteri e sulle forme esterne. E così pure fece in parte quell'ill. medico italiano, il ch. Bufalini (1). Le sue indagini però più che le altre sono colle mie consueti, e quindi di non poche delle sue dottissime considerazioni avrò a giovarmi in questa parte del mio libro. Il Lamarck pur esso (2) considerò tali relazioni, più che dalle esterne apparenze, da alcune interne condizioni degli esseri de' due regni predetti; ma egli intese, anzichè a rilevare cotali relazioni, ad indicarne le distinzioni; le quali avrò occasione di prendere ad esame nel corso di questo capitolo affine di mostrarne l'insuasistenza. Mia intenzione, al contrario di ciò che si fece da' primi, si è quella di mostrare come le stesse forze agiscano, e colle leggi stesse, in tutti i corpi naturali, qualunque sieno le loro apparenze e qualità esterne; la cui diversità è ciò che appunto fa che gli uni appartengano agl' esseri organizzati, altri agl' inorganici. Per lo che quando a me riesca il dimostrare una tale verità con quella chiarezza ed evidenza che veramente si convengono al soggetto, avrassi certo perciò una forte presunzione per concludere che, come il moto e quindi que' rimutamenti che ne sono l'effetto necessario, costituiscono il fenomeno principale ed universale de' corpi che hanno vita, essi dovranno effettuarsi del pari negli altri, anzi in tutti i corpi dell'universo, or più or meno sensibilmente, ora in questo ora in quel modo, a norma della struttura e d'altre condizioni de' corpi stessi. E in vero le forze mondiali non potrebbero condurre ad effetti del tutto opposti: moto incessante negli uni e quiete assoluta negli altri; e ciò pel variare soltanto della forma de' corpi su di cui essi eser-

(1) *Patol. anal.* t. 2. p. 18. e 1. ediz. 3.^a

(2) *Philos. Zool.* t. 1. p. 378.

citano la loro azione. La quale considerazione varrà a un tempo a prevenire quell'obiezione che forse taluno potrebbe pormi incontro traendo argomento da ciò, che appunto il moto, i rimutamenti di parti, non che la circolazione, si operano soltanto negli esseri organici, per essere tali effetti quelli che costituiscono la condizione essenziale della vita; li quali debbono perciò essere estranei ad ogni altro. La quale obiezione potrebbe anche in altro modo chiarirsi insussistente, rilevandosi come un sì fatto modo di ragionare possa ridursi a ciò che nelle scuole si appella circolo vizioso; facendosi il moto effetto della vita; la vita effetto del moto. E a questo veramente anderebbe incontro, a meno che non si facesse di nuovo ricorso al pneuma di Erasistrato, all'archo di Paracelso, all'anima dello Stahl, alla forza vitale, ed a simili altre fantasticherie, che la sana filosofia comanda di rifiutare; il che in tal caso converrebbe poi estendere anche alle piante. All'opposto egli si troverà certo più conforme al retto modo di ragionare il conchiudere che corpi sottoposti alle forze medesime debbono concordare nel principale effetto che in essi ha luogo. E volendo io perciò, seguendo la via predetta, considerare specialmente le forze e le azioni che risiedono ne' corpi in generale, anzi che rivolgere lo sguardo su alcuni di quegli esseri che formano gli estremi della serie de' regni naturali, onde considerare quelle transizioni di forme che contemplaronsi da' fisici predetti ad effetto di dedurne le analogie già menzionate; senza trascurare alcuni fatti importantissimi che questi ci presentano, prenderò in vece a considerare quegli esseri in cui la condizione animale è quasi dicasi in cima; perocchè tanto maggiore sarà il peso delle mie deduzioni, se in essi, in cui la vitalità spiega tutta la sua forza, vedrannosi operare alcuni effetti a seconda di quelle leggi che si credono soltanto proprie della materia rude.

267. Le quali cose varranno pure a fare viemmeglio conoscere l'erroneità di quel principio proclamato primieramente dal Brown e ripetuto da non pochi (1): essere la vita uno

(1) Ved. Rasori, Dis. prel. alla N. Dottr. Med.^a di Brown. p. 12; Tollard, N. Dict. d'Hist. nat. 1808. t. 23. p. 572; Brugn. Elem. di St. nat. t. 1. p. 214. ed. 2.^a

stato violento e forzato. Il che, oltre quelle cose che sono per dire, ed altre molte considerazioni che a tale uopo potrebbonsi recare in mezzo, viene contraddetto da tutti que' fatti che, seppure non addimostrano appieno, rendono almeno sommamente probabile la generazione spontanea degli esseri organici. Ed egli è a dirsi come cotali fatti ogni dì si facciano più numerosi per le ricerche d'illustri osservatori, e che forse non tarderanno guari a togliere ogni sorta di dubbio su di questo punto rilevantissimo della filosofia: di che si avrà occasione di favellare qui appresso. E dirò pure che questo canone del brownianismo poteva forse annunziarsi ai giorni di quel fisico da cui trasse il nome una tale dottrina; ma non certamente in questi dì, in cui le sostanze organiche, simili a quelle che sono il risultato delle operazioni della vita, si sanno produrre pe'soli mezzi chimici. Ed egli può dirsi eziandio che, quando la vita fosse una condizione tale come da esso si vuole, non dovrebbe nelle sue aberrazioni dar cagione giammai a prodotti simili a quelli che si formano per l'azione della vita stessa. Di tal sorte sono quegli ammassi di peli e di piume, que'denti che trovansi racchiusi entro a' tumori (a), quelle pseudo-membrane, intendendo io specialmente delle membrane accidentali o membrane anormali; ma in vece dovrebbero risulterne soltanto de' composti inorganici; poichè, vinto questo preteso stato di violenza (nè possono tali produzioni abnormi per la natura loro operarsi che procedendo contro le leggi ordinarie della vita), dovrebbero tosto prevalere le leggi de' corpi inorganici.

268. Non una condizione forzata, ma bensì una condizione, uno stato mobilissimo è quello del composto organico; e tale debbe essere appunto per le leggi chimiche e per le leggi generali de' corpi, imperocchè vediamo tutti i composti essere in generale, a pari circostanze, tanto meno stabili quanto più complicata è la loro composizione, quanto più numerose e varie sono le forze secondarie che in essi agiscono; perocchè tali forze s'indeboliscono a vicenda; il che è sì ovvio che sembra soverchio lo intrattenersi lungamente a convalidarlo. E in vero, se niuno ignora (per servirmi della espressione con che più comunemente si rappresenta un tal fatto) che un principio A per la sua influenza indebolisce l'affinità o attrazione perchè sono muti fra loro i principii B e C nel composto BC,

tanto più si avrà a credere che ciò accada nel composto organico. Nè in questo caso trattasi di tre soli elementi da porsi a calcolo, ma di un numero maggiore; oltre di che i minimi si ma incessanti sbilanci elettrici, cagionati e dallo scorrere de' fluidi e dall'innervazione, in quegli esseri che sono veramente forniti di sistema nerveo distinto, e dagli agenti esterni, ponderabili ed imponderabili, debbono variare ad ogni istante la condizione delle minime parti. Altra causa pur anco si unisce a rendere meno stabili i composti organici; e questa è la forma globosa degli elementi della fibra; ciò che, come rileva il Bufalini (*b*), li rende più difficili a congiungersi insieme tenacemente.

269. Questo supposto stato di violenza nel composto organico, questa condizione opposta alle leggi generali viene poi, a mio avviso, irrefragabilmente contraddetta dalla dottrina delle proposizioni determinate, dappoichè la scienza è pervenuta a tanto da far conoscere come essa convenga ai corpi organici, ai prodotti degli esseri viventi, del pari che agl'inorganici. E fra le ingegnose e dotte indagini fatte da illustri chimici su tale soggetto, mi gode l'animo nel poter menzionare quelle di un sapiente italiano, della cui amicizia mi onoro; il prof. Orioli (*c*). Il quale seppe ridurre alle più semplici leggi i più complicati composti, e poté eziandio in ciò che da lui si appella *alcalogeno* rinvenire un composto intermedio fra il radicale dell'acido indigotico (ac. nitrilico) e dell'indaco ed il radicale dell'acido carbazotico, (ac. nitropicrico) completando così la serie de' composti di azoto e di carbonio in quella parte che si trovava mancante e che presentava una lacuna (*d*). Nè a tale proposito possono tacersi quelle sue considerazioni basate sui principi stessi, per le quali egli rende ragione delle spontanee combustioni del corpo umano (1). Comunque però egli sia di tali pensieri e di quella ipotesi per la quale i composti ternari e quaternari organici si vogliono ridurre alla condizione di sali, ciò nulla toglie quanto agli acidi ed alle basi organiche, anzi a' prodotti in generale degli animali e delle piante, benchè considerati ne' loro principii elementari presi isolatamente, come or ora si

(1) Della comp. ch. atom. de' princ. immed. del regno org. Raccogl. med., Bologna 1829.

è detto (nota (c)), perchè essi non abbiano a riguardarsi siccome costituiti in modo da seguire precisamente le leggi atomistiche; e questo è ciò che basta all'uopo mio. Nè essi seguono le leggi predette soltanto nella loro composizione, ma eziandio nelle loro combinazioni cogli altri corpi; lo che si verifica pure in alcune di quelle sostanze che non sono atte a neutralizzare i corpi acidi o basici; di che valga per esempio l'urea. Come potrà dirsi dopo tutto ciò che la condizione del misto organico sia diversa e sottoposta a leggi distinte da quelle de' corpi in generale? se quelle leggi che determinano il modo d'unione delle ultime particelle hanno un pieno effetto su questi e su quello.

270. Si è avvicinata da' fisici l'attrazione chimica alla planetaria; ed altrettanto dovrà farsi, a mio avviso, di quella forza che regola i fenomeni organici; perciocchè questa non offre certo quelle aberrazioni che si scorsero nella prima. In fatti se vera anomalia potè riguardarsi quel non seguirsi dall'affinità la ragione inversa de' quadrati delle distanze, il che riferisce ad una delle leggi primarie e fondamentali dell'attrazione newtoniana; non ponno essere riguardati veramente anomali que' fenomeni degli esseri organici che sembrano allontanarsi dai puri effetti chimici. Dico non potersi aver essi in tal conto, imperocchè ciò ha rispetto alle azioni le più complicate, delle quali siamo ben lungi dal poter valutare tutti gli elementi da porsi a calcolo; e perciò essi mostrano soltanto la ignoranza nostra e non altro. E potrebbe anche dirsi che, se si è dovuto in fine riconoscere l'identità della causa principale delle due attrazioni, newtoniana e chimica, ascrivendo le anomalie di quest'ultima ad altre condizioni, l'analogia, o dirò piuttosto una sua critica, ne porta a credere che altrettanto abbia a farsi riguardo alle leggi della chimica organica rispetto all'affinità chimica generale. Mirinsi i fenomeni della vita organica, o la vita stessa (per valermi del più comune modo di esprimersi) come il risultamento di molte azioni, e chimiche, e meccaniche, in cui molti e variati principii hanno parte; su di che gli agenti esterni di ogni maniera hanno notevolissima influenza; ove il calore, che anche nell'interno si svolge continuamente, e l'elettricità soffrono continui sbilanci; condizioni che possono bensì indicarsi, ma giammai valutarsi con qualche precisione; e si vedrà dila-

guata ogni difficoltà. In fine si consideri la vita come uno stato dipendente dalla composizione, ordine e relazione di molte forze semplici; od anche in altri termini, come una forza secondaria, cioè di quelle che risultano dalla diversa unione delle particelle materiali, considerata nelle tre diverse condizioni di qualità, quantità e disposizione, e nelle circostanze che determinano queste tre condizioni. Costituendo questo necessariamente un modo di esistenza de' corpi variabilissimo col variare delle condizioni predette; sarà forza perciò convincersi, e tale è pure l'opinione del Lamarck (1), come un ragionare severo comandi il tenersi lontani dal considerare la vita siccome l'effetto di cause, di leggi diverse dalle mondiali; e piuttosto, non isdegnisi il ripeterlo, ci porti a confessare la ignoranza in cui siamo, ed in cui su questo punto saremo mai sempre, per la impossibilità di prendere a calcolo sì fatti elementi. E se d'altronde alcuni di tali effetti riescono del tutto conformi alle predette leggi della chimica generale, l'analogia presterà buon argomento onde presumere che anche quelli che rimangono occulti nelle loro cause e che sembrano anomali, siano l'effetto delle cause medesime e regolati dalle leggi stesse. Intorno a che merita che si ricordi un eccellente scritto del signor prof. G. B. Carpenter « *On the differences of the Laws regulating Vital and Physical Phenomena* (Edinb. n. Phil. Jour. t. 24. n. 48. p. 327.); nel quale si leggono molte dottissime considerazioni intorno alle forze che regolano i fenomeni della vita. Ho stimato mio debito il menzionare quest'opera (che non era a mia cognizione allorchè io intendeva alla compilazione del presente mio libro); nella quale con molta soddisfazione ho veduto espresse non poche idee del tutto conformi a ciò che da me si tiene; la quale meriterebbe perciò di essere meglio diffusa.

271. Innanzi di por termine a queste considerazioni generali sulla vita, non sarà fuori di proposito il riferire in questo luogo l'opinione del Meyen, da essolui concepita in seguito delle sue osservazioni sui moti della linfa nelle cellule della *Vallisneria spiralis*. Asserisce egli di aver veduto che in esse, come negl'internodii della *Chara*, appena un globulo,

(1) Phil. Zool. P. II. cap. VII.

un atomo di questo fluido si pone in moto, tutta la massa prende tosto parte a un tale movimento; e viceversa basta l'inerzia di uno di tali globuli per mettere ostacolo a tutta la circolazione di una di quelle cellule. Del pari egli dice di avere osservato che gli agenti esterni hanno influenza sul fenomeno; che il moto cessa nel momento che si distacca una porzioncella della pianta per collocarla sul microscopio; ma che esso in breve si ravviva di nuovo e continua molti giorni. Intorno alle conclusioni sue ecco come si esprimono i compilatori del *Bulletin Universel* (1): « Si ha egli ad ammettere nella composizione di questa forza (quella che determina il movimento de' globuli) un principio puramente fisico, analogo all'attrazione che regge i corpi celesti nel loro cammino e nella loro posizione? Fondandosi su di queste osservazioni, l'autore scioglie una tale questione per l'affermativa, e trovasi perciò condotto a paragonare il moto della linfa a quello degli astri che compongono il sistema plauctario. In queste due sfere veramente sì distinte, tutte le masse sono in moto circolare continuo; il centro solo si mostra immobile; le masse più dense, più pesanti si portano a maggiore lontananza fuggendo il centro; il quale nella cellula vegetale è la parte più trasparente ec. Se il sig. Meyen giungesse a provare che le leggi che presiedono all'uno ed all'altro fenomeno sono perfettamente identiche, forse il lettore avrebbe a rattenere un sogghigno troppo presto sfuggitogli. Certo la spiegazione tutta meccanica del moto della linfa non può interamente soddisfare lo spirito; bisogna riconoscerci inoltre un elemento vitale organico. Ma l'attrazione celeste pur essa ella è poi un fenomeno interamente meccanico, una proprietà morta della materia? Egli è permesso il dubitarne per iscorgervi oltre di ciò una sorte di principio organico, che sfugge a' nostri sensi, e tanto più se si pensi che il Keplero si mostra inclinato ad una tale opinione (e). » Le quali considerazioni porterebbero a concludere che l'azione delle masse segue le ordinarie sue leggi ne' fenomeni della vita, come le cose precedentemente discorse fanno conoscere che negli esseri viventi le leggi della fisica

(1) Sc. nat. août. 1829. p. 229.

molecolare, o come meglio vogliam dire, dell'affinità e della teoria atomistica, non sono in alcun modo turbate ne' fenomeni stessi. In fine dirò che intorno alla vita conviene perfettamente quanto osserva il D' Holbach, ov' egli dice: *Malgré « l'ignorance où nous sommes des voies de la nature ou de « l'essence des êtres, de leurs propriétés, de leurs élémens, « de leurs proportions et combinaisons, nous connoissons pour- « tant les lois simples et générales suivant lesquelles les corps « se meuvent; et nous voyons que quelquesunes de ces lois « communes à tous les êtres, ne se démentent jamais: lorsqu'el- « les semblent se démentir dans quelques occasions, nous « somme à portée de découvrir les causes qui, venant à se « compliquer en se combinant avec d'autres, empêchent qu' « elles n'agissent de la façon que nous nous croyons en droit « d'en attendre. » (f).*

272. Premessa queste considerazioni, alcune delle quali si rendevano necessarie onde sceverare le menti dai pregiudizi di alcune dottrine fondate su di una considerazione forse non abbastanza profonda di alcuni fenomeni della vita, l'esame particolare de' fatti varrà meglio a chiarire molte delle cose di sopra accennate. Al quale oggetto occorre che primieramente si volga lo sguardo a taluni fenomeni che hanno luogo in alcuni corpi organici in cui tutto si suole attribuire alla vita loro particolare, alla circolazione, al moto di parti, sì che in essi cessazione di moto e morte si considerano come la cosa stessa, tenendosi questa siccome effetto inevitabile di quella. I quali fenomeni, io dico, presentando l'immagine di alcuni di quelli che si osservano ne' minerali, se pure non valgano a dimostrare evidentemente che anche questi ultimi si debbono al moto di parti, alla circolazione, a' mutamenti che ne riescono; ne persuaderanno almeno la probabilità e l'analogia, e toglieranno così quella ripugnanza ad ammettere una tale dottrina; ripugnanza proveniente appunto dal considerare, siccome generalmente si suole, la materia inorganica affatto inerte, ed il moto perciò ad essa estraneo del tutto.

273. I primi fatti di tal sorte i quali presentansi al pensiero, sono quelle concrezioni morbose tanto frequenti nella macchina animale. Se fra queste si prendano segnatamente a considerare i calcoli orinarii nella loro apparenza esterna, nel

loro tessuto, ora in raggi, ora in sfere concentriche, ne' cristalli purissimi che non di rado ingemmano le loro cavità a foggia di druse o di geodi, non si può a meno di scorgere una somiglianza quasi perfetta con alcuni minerali. Una tale somiglianza si rende poi anche maggiore in que' bezuari formati di carbonato di calce ferrifero, avvicinandosi essi anche nella composizione ai predetti minerali, cioè al ferro spatico (1). E dicasi altrettanto di quelli di fosfato di calce, il fosfato ammoniaco-magnesiaco, di ossido di ferro, di carbonato di calce, di silice. Fra le quali cose, oltre le tanto frequenti concrezioni di fosfato e di carbonato di calce, comuni a tanti diversi animali (2), potrebbe eziandio memorarsi il sal comune (cloruro di sodio), che il Moscati dice (3) essersi prodotto sulla piaga di un malato; il quale si scorgeva bello e cristallizzato nel distaccarne le faldelle.

274. Le piante pur esse presentano non rari esempi di produzioni di una composizione affatto minerale. Fra le quali potrebbero noverarsi, e quella trovata dal Leach nella corteccia di un olmo, composta in gran parte di sali terrei ed alcalini (3), e quelle concrezioni petrose che il Préfontaine asserisce rinvenirsi spesse volte in quella pianta che nella favella de' Galibis si denomina *Couipo* (4), e quelle non poche menzionate dal Rumsio, dallo Ximenes, dal Wallerius, dal Real; in luogo delle quali, note già abbastanza, riferirò quella mentovata dal Lesson; la quale, analizzata dal Vauquelin, si trovò constare quasi interamente di carbonato di calce (5). Le quali concrezioni, comechè da taluni si abbiano in conto di prodotti abnormi, da altri si estimano all'opposto formati per l'atto istesso della vegetazione (6).

Analogamente adunque a ciò che opina il Gmelin (7), il quale considera alcuni acidi ed alcuni corpi terrosi ed alcalini ne' vegetabili siccome esistenti allo stato di combinazione inor-

(1) Brugnat. *Litol. umana* p. 35.

(2) *Atti della Soc. ital.* t. 13, par. II. p. 310.

(3) *Ann. of phil.* July 1823. p. 159.

(4) *Dict. Sc. nat.* t. 11. p. 164.

(5) *Jour. de Pharm.* t. 12. p. 195. 405.

(6) *Jour. de Pharm.* l. c.

(7) *Chim. org.* p. 77.

ganica, sembra in vero che questi in effetto prendano talvolta ne' vegetabili stessi quella forma che più si conviene ai minerali.

275. Se appresso alla natura minerale delle concrezioni organiche si voglia prendere a considerare la loro forma cristallina, oltre ciò che sotto un tale aspetto si è considerato ne' calcoli, si vedrà similmente non essere rari gli esempi di sostanze perfettamente cristallizzate ne' corpi animali e nelle piante. La struttura cristallina osservata dal John in una concrezione addominale di una donna (1); le concrezioni cristalline di cui il Vicq-d'Azyr compone la seconda classe delle concrezioni animali; i calcoli biliari formati da lamine a raggi divergenti (2); i *bezoard* semi-trasparenti e giallastri di tessuto spatico, e quelli in raggi divergenti (3); e finalmente i *bezoard* detti occidentali formati di aghi riuniti insieme (4) fanno conoscere che la forma cristallina non è meno comune agli esseri organici che a' minerali.

276. Si vede quindi assai chiaramente anche per quella forza che i fisiologi chiamano vitalità, e vedrassi in seguito per quell'azione analoga alla vitalità istessa che risiede nelle piante, operarsi la cristallizzazione. Il che forma un punto di analogia rilevantissimo, tanto più che dai cristalli appunto si è voluto desumere uno de' caratteri pe' quali distinguere i corpi organici dagl' inorganici (h); riguardando quelli come formati per una semplice sovrapposizione di parti, questi per ciò che si è chiamato *intus-susceptio* o nutrimento interno. Il perchè, essendo forza l'ammettere che le concrezioni predette si sieno formate secondo le leggi de' cristalli, esse sole basterebbero a far conoscere che anche in seno de' corpi organizzati effettuansi cotali leggi, anzi che le sieno affatto estranee agli esseri viventi; lo che si chiarirà meglio in appresso.

277. Che se a tanto ne menano de' prodotti i quali riguardansi almeno siccome quasi accidentali, di tanto maggior peso saranno le conclusioni che si desumono da que' corpi che debbono tenersi bene altrimenti che produzioni morbose

(1) Tabl. ch. du reg. anim. p. 77.

(2) Fourcroy Syst. des conn. ch. t. 5. p. 376.

(3) John. l. c. p. 162.

(4) John. l. c. p. 154.

degli esseri viventi, e che per la loro composizione e per la loro forma geometrica si accostano ai minerali. Al primo caso, il quale riguarda la natura degli elementi, si riferisce, oltre alcuni altri esempi che anderò discorrendo qui appresso, il pericarpio del *Lithospermum officinale*; che esaminato dal Le Hunte (1), non solo resiste validamente all'azione del fuoco, ma da essolui si trovò composto di

Carbonato di calce	43,70.
Silice	16,5.
Mat. veget., piccola quantità di fosfato di calce e di ossido di ferro, con vestigia di potassa e di magnesia	39,8.

100. —

Fra quelli che appartengono al secondo caso, cioè fra i prodotti normali degli esseri organici che mostrano in certa guisa seguire le leggi della cristallizzazione, non starò qui a ricordare la forma regolare delle capsule di alcuni frutti, la disposizione de' petali di molti fiori, gli angoli costanti de' nervi delle foglie della vite misurati dal Daubenton, e tante altre cose di simil fatta, che però non sono del tutto da trascurarsi. Così potrebbe noverarsi pur anco il tessuto lamellare, anzi la struttura cristallina, come si vedrà in appresso, di quella parte delle conchiglie de' moluschi, dalla quale viene costituita la conchiglia propriamente detta, e che non potrebbe in verun modo considerare come un semplice induramento della pelle dell'animale per deposito di molecole calcaree; ma bensì come una parte che conserva coll'animale istesso le più strette relazioni organiche. Meritano però tutta l'attenzione nostra le osservazioni seguenti. Rilevò il Sömmerring ne' denti di alcuni animali, e specialmente in quelli dell'uomo, una tendenza alla cristallizzazione esagonale ed alla disposizione in raggi (2). Oltre di che, come si sa, lo smalto che li ricuopre presenta una frattura cristallina e fibrosa; sì che dal Berzelius lo si vuole considerare come al tutto inorganico. Le quali cose portano a conchiudere che anche per

(1) Edinb. new Phil. Jour. t. 13. n. 25. p. 24.

(2) Bib. Univ. Fevr. 1818. p. 141.

l'intima nutrizione, cui debbesi senza dubbio la formazione e la riproduzione de' denti, possono formarsi delle cristallizzazioni. Le figure geometriche sono pure frequenti in alcune parti di diverse specie di pesci del genere *Ostracion*. Il loro integumento osseo, dal quale sono ricoperti, è formato di pezzi esagoni nell'*Ostracion triqueter*, *O. trigonus*, *O. bituberculatus*, *O. turritus*; le divisioni esagone di quest'ultimo essendo il risultato della riunione di sei triangoli (1). Nell'*O. nasus* le divisioni dell'integumento stesso sono formate da sei rombi uniti insieme.

278. Se queste sole considerazioni bastavano a far conoscere che gli esseri organici del pari degl' inorganici soggiacciono alle leggi della cristallizzazione, ora si aggiungono all'uopo osservazioni che non lasciano dubbio veruno, e che mostrano a un tempo la giustezza di quelle mie prime deduzioni (1). Innanzi a tutto dirò di quelle figure regolari geometriche osservate dall'Amici per primo (k) nel polline della cicoria salvatica (*Cicorium intybus*); in cui egli scorse un perfetto dodecadro regolare. Il che avendo richiamata l'attenzione de' botanici su questo particolare, fece che altrettanto si osservasse dello Schkuhr nel polline de'semiflosculi ermafroditi delle sinantere; la cui forma regolare angolare fu confermata dalle osservazioni del ch. Treviranus (l). De' cristalli aghiformi rigonfi nel mezzo, in cui si scorge una faccetta piana, riuniti in fascetti, tali da simulare l'aspetto dell'amianto, trovansi nel frutto del *Theligonium cynocrambe* e in tutte le parti fibrose di questa pianta (2). Ed egli potrebbe qui ricordarsi tutto quanto ha riguardo a quella incrostazione di carbonato di calce regolarmente cristallizzato e dotato della doppia rifrazione e polarizzazione, la quale ricuopre i rami della *Chara vulgaris* e della *C. hispida*, osservata dal Brewster (3), quando essa si abbia veramente a riguardare come parte integrante di tali piante. Ma ciò che sopra ad ogni altra cosa vale a tal'uopo sono que' cristalli che trovansi nell'interno, anzi nel tessuto stesso delle piante e de' zoofiti, noti già assai per la loro importanza, che forse basterebbe soltanto l'averli accennati.

(1) Ved. Moto int. de' sol. mem.^a 11.^a p. 41.

(2) Ann. Sc. nat. t. 17 p. 346. t. 19. p. 374.

(3) Giorn. di fis. chim. ec. di Pavia. D. 11. t. 7. p. 18.

Ciò non pertanto gioverà il dire, quanto a quelli che esistono ne' vegetali, ch'essi si sono fino ad ora rinvenuti in un gran numero di piante, segnatamente monocotiledoni, non escluse però le dicotiledoni, per es. la *Phytolacca decandra*; ch'essi prendono costantemente una figura perfetta, che rappresenta o un prisma rettangolare a vertice tetraedro, o un prisma esaedro (*m*); ch'essi non solo si trovano negli interstizii delle vescichette del tessuto cellulare, ma nell'interno pure di esse vescichette agglomerati insieme; ch'essi constano di ossalato e di fosfato di calce. Volendosi ora far parola di que' cristalli che trovansi nè zoofiti, accennerò essere questi di natura silicea, pe' quali si è proposto il nome di quarzo iperossido; nome suggerito dall'acutezza delle piramidi da cui sono essi terminati; le quali possono considerarsi come originate da due decrementi successivi. Questi cristalli hanno la forma di prismi esaedri terminati da piramidi parimente esaedre nel modo predetto, dritti o leggermente curvati. Trovansi essi nella *Spongilla friabilis* (1), non che nelle spugne (*Spongia*, e più precisamente nè generi *Calcispongia*, *Halispongia*, *Spongilla* (2), e nelle *Pennatulæ* (3) ed Oculine (*Oculina*); sono essi collocati negl'interstizii delle cellule, per quanto crede il Raspail. Avendo egli seguito per quindici dì l'accrescimento di una *Spongilla*, giunse esso ad osservare che, a misura che il tessuto cellulare si aumenta e che le cellule si allungano, i loro interstizii si rivestono di cristalli silicei. Queste spicule anzi o cristalli, che secondo il Graut sono in alcune specie di *Spongia* calcarei ed in molte altre silicei, trovansi al dire dello stesso osservatore « riuniti in grossi fascetti disposti intorno ai canali interni delle spugne, in modo tale che essi « guerniscono questi passaggi ed impediscono l'entrata de' corpi « estranei. » . . . « Simili alle parti dure che negli altri animali costituiscono lo scheletro, queste spicule sono contenute nella loro situazione rispettiva da una forte materia ligamentosa, che si distingue facilmente dalle altre parti molli della spugna. » Ciò in vero mostra viemmeglio essere costesti cristalli de' prodotti normali, anzi veri organi essenziali

(1) Raspail, Bull. Univ. Sc. nat. t. 13. p. 170.

(2) Dict. Sc. nat. art. Zoophytes, t. 60. p. 492.

(3) Dict. Sc. nat. l. c. p. 480. t. 38. p. 356.

alla natura delle spugne; ed il vedere de' cristalli di natura minerale costituire un organo che serve alle funzioni della vita in un animale qualunque, ci presta senza fallo argomento notevolissimo della stretta analogia che passa tra gli esseri de' regni minerali ed organico e della identità delle loro leggi fondamentali. Silicei pure sono, a norma delle osservazioni del Nardo e del Grant, le spicule dell'*Alcyonium cydonium* e dell'*A. lynceum* (1). E forse si troverà di maggior peso quanto sono per riferire sulla fede del Turpin, siccome cosa che riguarda un animale di un ordine più elevato. Io intendo di que' cristalli di carbonato di calce che costituiscono la superficie interna dell' uova dell'*Helix aspersa* ed *H. hortensis*. Sono que' cristalli tutti di una perfetta figura romboidale, al tutto analoghi a quelli dello spato d'Islanda, di una bella trasparenza, con angoli perfettamente determinati; 105.° e 75.° Mostrano essi il clivaggio lamellare proprio dello spato calcario. E questo è veramente da notarsi, che tali cristalli si formano finchè le uova sono ancora nell'interno della madre; lo che esclude che essi risultino da un eccesso della materia che serve alla formazione delle conchiglie, se essi precedono lo sviluppo dell'animale e della conchiglia. Nè tacerò a tale proposito che esaminate dall'osservatore medesimo le uova dell'*Helix pomatia*, vi ha rinvenuto parimente de' cristalli, ma meno puri, meno determinati nella loro figura, per essere ricoperti da una sostanza della stessa natura, ma globulare: forse un eccesso di carbonato di calce che non ha potuto cristallizzare. E così ricorderò pure que' globuli cristallini, parimente formati di carbonato di calce, che si osservano tra le fibre muscolari dell'*H. vivipara* L., *Paludina vivipara* Lam., osservati prima dallo Swammerdam, poscia dallo Spallanzani e finalmente dal Turpin sopradetto (2).

279. Maggior fondamento acquisterebbe per avventura questa mia opinione intorno al soggiacere i corpi organici alle leggi della cristallizzazione, se in qualche modo si pervenisse a tanto da far conoscere la forza stessa e regolata dalle leggi medesime essere quella che determina la forma della fibra

(1) Edinb. new Phil. Jour. n. 9. p. 202.

(2) Ann. Sc. Nat. t. 25. p. 425.

elementare o primitiva de' corpi animali, e quella pur anche perchè in alcuni casi le sostanze inorganiche si dispongono in fila capillari sottilissime: che è quanto dire in ambedue queste classi di corpi le loro molecole integranti essere portate ad ordinarsi in serie lineari. Lo che, siccome ognuno comprende, avvicinerrebbe assai notevolmente la conformazione della fibra degli esseri animali a' cristalli, ascrivendosi così all'una ed agli altri una causa comune. E tanto più si renderebbe questo importante in quanto che si verrebbe in tal guisa a rendere ragione come per la forza medesima, cui si debbe la cristallizzazione de' corpi minerali, gli esseri organici riescano a forme sì disparate, e disparate in modo che da esse appunto si volle desumere uno degli argomenti pe' quali distinguere cotali due classi di corpi e segnare fra essi una linea di partizione che si riguardò da molti come perfettamente determinata. Se le cose che io sono per dire valgano veramente a chiarire una tale identità od analogia tra la fibra animale ed i cristalli è ciò che si vedrà fra breve. Tra le fila capillari od aghi sottilissimi di carbonio osservati dal Colquhoun nella fabbricazione dell'acciajo per mezzo del gas idrogeno carburato (1) e la fibra animale elementare rilevava già il Brayley una notevole analogia per essere e l'una e le altre formate di parti disposte in ordine lineare (2). Qualunque sia la causa cui piace a questi di ascrivere una tale conformazione del carbonio e della fibra animale (n), ciò che sarebbe fuori di luogo il prendere qui ad esame, questo fatto però è quanto basta a far conoscere ne' corpi organici e negl'inorganici esistere del pari una forza che li porta a vestire la forma capillare. La quale dopo le osservazioni dell'Home, del Bauer, de'Prevost e Dumas, e finalmente di M. Edward (3) e del Lauth (4), per tacere de' più antichi, si ha a considerare come una legge generale e costante rispetto a' corpi animali (o). Nè quanto ai minerali essa si restringe soltanto al carbonio ed agli esperimenti predetti, potendosi anzi a tale effetto recare in mezzo non pochi esempi che ci vengono somministrati dall'amianto, da que' minerali raggiati che un tempo furono compresi sotto

(1) Ann. of phil. N. S. n. 67. p. 1.

(2) Ann. of Phil. N. S. n. 69. p. 199.

(3) Ann. Sc. nat. 1. 9. p. 362.

(4) L' Institut. 2.^a Ann. p. 300.

il nome di zeoliti ec. Dopo di che resterà bensì a dimostrarsi essere la causa ineditissima quella che produce un tale effetto ne' diversi corpi, minerali ed organici. Quanto a' primi basterà, io credo, il rammentare a quest'uopo ciò che altrove si disse (§. 103): cioè ogni cristallizzazione venire determinata da polarità (p) delle molecole; ed anzi doversi ogni cristallizzazione avere in conto di un fenomeno elettrico (q). Che l'assimilazione organica debbasi parimente considerare come un effetto galvanico, egli è ciò che deriva dalle cose che sono per dire nel seguito; dalle quali risulta tutte le principali funzioni organiche e specialmente le secrezioni, come si mostrerà a suo luogo, essere effetti elettrici. Nè l'assimilazione potrebbe avere una causa distinta da quella che produce le secrezioni, l'una e le altre potendosi ridurre a due diversi modi di quell'incessante rimutamento che costituisce l'atto fondamentale della vita: la nutrizione. A convalidare un tale asserto potrebbero per avventura recarsi in mezzo li seguenti esperimenti riferiti dal Dutrochet e dalli Prevost e Dumas. Ascrive quegli che, avendo sottoposto all'azione della pila una goccia di sangue diluito nell'acqua, i suoi globuli si disponevano in serie lineari, rappresentando in qualche modo la produzione della fibra; anzi formarsi e disfarsi la fibra muscolare mercè dell'azione elettrica sul sangue (r). Narrano gli ultimi di essersi egliino per l'osservazione accertati che i globuli dell'albumina si dispongono per l'azione della pila in linee longitudinali o filamenti. Ma forse più di questo argomento desunto dalle molecole del sangue e da una sostanza già separata dal corpo vivente, varrà il rammentare che, secondo le osservazioni dell'Achard e del Gallitzin, la elettricità affretta la incubazione degli uccelli, o per meglio dire la loro nascita, e quindi quell'ordinamento di parti che costituisce lo sviluppo ed il perfezionamento dei feti, in quell'epoca della vita in cui la nutrizione costituisce l'atto più energico della vita stessa e che prevale sopra di ogni altro. Nè gioverà meno a quest'uopo il sapere che l'interruzione dell'influenza nervosa, che è quanto dire la cessazione dell'influenza elettrica dell'encefalo e della midolla spinale, basta perchè le membra cadano in uno stato di atrofia: cioè perchè cessi ogni nutrizione, ogni riparazione. Ciò vale quindi a dimostrare che tali effetti si debbono nella fibra ani-

male, non meno che ne' cristalli, alla polarità elettrica delle loro parti, ed a ravvicinare perciò cotali corpi fra loro, almeno in riguardo alla causa che ne determina la formazione.

280. Se però, seguendo in questo il Brayley, mi ferì a rilevare una tale analogia tra la fibra animale ed i cristalli, non volli io perciò considerare questi ultimi e quella del pari costituiti di un solo ordine di molecole; nè il Brayley medesimo si diede a crederlo, dicendosi anzi da lui « che nel caso che « si riferisce alle fila di carbonio, la cristallizzazione (cioè quella forza che, come si è detto, al credere di lui, succede alla polarità) ha potuto esercitarsi fino ad un certo punto in « modo da dare ad esse una sensibile grossezza (1) » La loro forma capillare però basta a far conoscere che nella loro conformazione prevalse una condizione qualunque essa sia (senza che perciò io voglia far ricorso alla polarità come viene immaginata dal Brayley), la quale dispose le parti del carbonio a prendere a preferenza l'ordinamento in serie lineari; non essendo la forma di aghi o fibre quella che ordinariamente esso prende nella sua cristallizzazione. Il che avrà tanto meglio a conchiudersi ove si ammetta per lo appunto la sentenza del Beudant or ora menzionata; per la quale i cristalli capillari si vogliono riporre tra le forme accidentali, ma non perciò provenienti meno dalle forze naturali. E ciò che qui si dice del carbonio si conviene non meno ad alcuni de' minerali fibrosi menzionati di sopra, e molto più ad alcuni de' cristalli che per l'arte si ottengono. Così se parlasi di quelli che si formano per sublimazione, si vede che per tal mezzo l'acido benzoico, i fiori di zinco, l'acido silicico (5), il percloruro di mercurio vestono la forma capillare o di aghi, più o meno diversa perciò da quella ch'essi assumono per una lenta cristallizzazione. Similmente mirando a que' cristalli che si ottengono per evaporazione, si osserva che il nitrato di ammoniaca, se risulti da un lento raffreddamento della sua soluzione, prende la forma di prismi esaedri, mentre in caso contrario, cioè procurando l'evaporazione del *solutum* per una temperatura di 100°, si forma sotto forma fibrosa o in fila elastiche e molli; l'idroclorato d'ammoniaca si ottiene ordinariamente in aghi, ma pro-

(1) L. c. p. 199.

curando una lenta evaporazione, si presenta in cubi o in ottaedri. L'acido stearico che rapprendendosi dopo la sua fusione, si conforma in aghi, per una lenta evaporazione veste in vece la forma di grandi scaglie. L'acetato di piombo per un rapido raffreddamento si ottiene in aghi; freddandosi lentamente in prismi quadrangolari. Non diversamente l'urca, sostanza forse che intermedia fra'corpi organici ed inorganici, rapidamente freddandosi la sua soluzione, si conforma in aghi tenui e di uno splendore sericeo; per l'evaporazione spontanea si raprende in prismi quadrangolari. Li quali fatti, a cui sarebbe facile aggiugnerne altri ancora, mostrano in vero, siccome io dissi, che in alcuni casi sembra prevalere la tendenza de'corpi a prendere la forma lineare. E qui merita inoltre che si osservi tutte queste cristallizzazioni capillari avere effetto allorchè esse si compiono rapidamente. Lo che non dirò già che si unisca a convalidare l'ipotesi predetta del Brayley, ma si bene può rendere in parte ragione perchè nella formazione de'corpi organici e della loro fibra elementare prevalga quella forza o condizione la quale dispone i corpi ad ordinarsi in serie lineari. E veramente egli è a credersi, se si ponga mente a quella quasi che io dica istantaneità de'rimutamenti che hanno luogo ne'corpi animali, che essi si trovino quindi in una condizione analoga almeno a quella che dà cagione a'cristalli capillari nel regno inorganico. E se io mal non avvisi, pare a me che questa mia opinione venga in qualche modo convalidata dall'osservarsi che, nel maggior numero de'casi in cui si formano de'cristalli ne'corpi organici in generale, essi si accostano più o meno alla forma capillare, o di aghi, come si vede dalle cose discorse ne' §§. precedenti. Per le quali cose sembra doversi veramente concludere la fibra animale avere comune co'cristalli non solo la forza che determina la sua produzione, ma eziandio le leggi che decidono dell'ordinamento delle sue parti; ciò che incombeva a me il porre in chiaro. Come poi questa fibra conformata in fila sottilissime pervenga a dare origine alle varie forme degli organi degli animali e della massa de'loro corpi, è ciò che veramente non potrebbe fin qui indicarsi con tutta precisione. Quanto però si è detto di sopra delle osservazioni del Serres basta a far conoscere come da questa sorte di cristallizzazione capillare della fibra organica

risultino le forme ritondate che sono proprie degli animali e delle piante. Al che potrebbe forse aggiugnersi che appunto ne' minerali che mostrano una tendenza a prendere delle forme ritondate, queste d'ordinario provengono, se non sempre, dalla riunione di cristalli aciculari; ciò che costituisce una non ispregevole analogia di conformazione fra gli esseri de' due regni, organico ed inorganico.

281. Può forse anche in altra guisa, e senza che ciò si opponga alle cose predette, rendersi ragione della forma fibrosa de' corpi organici. E se le cose fin qui dette intorno a ciò si fondano specialmente sull'analogia, cioè sull'osservazione che cristalli similmente capillari o fibrosi si formano ne' corpi minerali, oltre tutto quanto si è avvertito e sull'influenza del tempo e sulla polarità elettrica delle molecole; quanto sono per accennare più immediatamente posa sulle leggi de' cristalli. Le seguenti mie considerazioni riusciranno perciò meglio convincenti di quanto si è detto di sopra, è certo di tanto maggior valore, essendomi per avventura concesso il prendere per iscoria del mio ragionare l'illustre De Buch. Rivolgendo egli l'attenzione sua alla struttura lamellare e fibrosa di alcune conchiglie (la quale da lui segnatamente si considera nelle ostriche), egli è portato a credere che questa loro struttura si debba senza meno alla forza di cristallizzazione: cioè all'essere il carbonato calcario, non che il fosfato della base medesima (sotto-fosfato) che forma le ossa, dotati di assi ineguali: vale a dire aver essi un asse di maggior contrazione; lo che fa ch'essi possano assumere la forma fibrosa, ovvero disporsi in raggi. Per la qual cosa se la sostanza delle conchiglie e delle ossa constasse d'altri principii, per esempio di spato fluore, in cui gli assi sono eguali, esse avrebbero, al credere di lui, necessariamente tutt'altra forma che quella di lamine o di fibre. Consentaneamente a ciò egli tiene cotali lamine, di che le conchiglie si compongono, siccome appartenenti allo spato calcario romboidale, il cui asse principale coincide con quello delle fibre predette: ovvero le lamine corrispondere al piano terminale del prisma esaedro dello spato calcario, e le fibre alle facce laterali del prisma stesso (ϵ). Fa egli osservare che veramente nel regno inorganico questa inguaglianza degli assi porterebbe sì fatti corpi a disporsi in forma raggiata; il che però se non avviene nelle con-

chiglie, egli è perchè le fibre non hanno altrimenti origine da un solo punto o da centri separati, ma bensì da tutta la superficie del mantello dell'animale (*u*). Per lo che s'egli fosse permesso con qualche verisimiglianza supporre che la condizione medesima, la stessa ineguaglianza degli assi si verificchi similmente nelle sostanze organiche che concretandosi assumono una pari forma fibrosa, questo veramente sarebbe quanto importa per rendere ragione della forma capillare della fibra organica. Innanzi però di ammettere una tale supposizione occorrerebbe primieramente chiarire se i corpi organici abbiano realmente a riporsi tra i corpi cristallizzabili; lo che forse potrebbe trovare alcun oppositore. Che i corpi organici però anche in questo si uniformino ai corpi in generale, è ciò, per quanto io credo, che non ha minor fondamento di quello che riguarda la cristallizzabilità degl' inorganici. Io dico adunque: se dalla facoltà che hanno molti corpi inorganici di cristallizzare si è creduto potersi fondatamente presumere che essa sia comune a tutti; se dai cristalli che, raramente però, si ottengono nella consolidazione de' corpi fusi, e dallo scorgersi perciò alcune tracce di conformazione cristallina, si tiene in generale che questo modo di consolidamento costituisca una cristallizzazione (1); quale ragione ci vieterà di usare un simile modo di ragionare rispetto a' corpi organici? Forse l'essere essi dominati da forze e da leggi diverse? Ciò è quanto rimarrebbe a provarsi in contrario; ed io credo d'averlo abbastanza invalidato. Lo vieterà la figura globulare de' loro elementi? Ora egli si sa che il Wollaston e molti altri fisici suppongono una pari figura nelle particelle integranti de' cristalli in genere; e comunque l'opposta sentenza, quella perchè esse si considerano dotate di una forma geometrica sia più generalmente seguita, i sostenitori di questa ultima non valsero però a dimostrare la prima come inamissibile ed a chiarire la incompatibilità della forma globulare delle molecole e della figura geometrica de' cristalli. D'altronde sappiamo noi che molte sostanze tratte dai corpi e vegetali ed animali possono veramente cristallizzare, e parimente per le cose di sopra considerate sappiamo ne' corpi viventi e per le leggi ordinarie della vita formarsi de' veri cristalli. Per il che

(1) Brochant de Villiers, Dict. Sc. nat. t. 11. p. 445.

se le cose precedentemente avvertite ci fanno conoscere nulla ostare alla cristallizzabilità de' corpi organici, che anzi siamo perciò portati a riporre questi, come i corpi in generale, fra le sostanze veramente cristallizzabili; quest'ultima considerazione ci presta buon argomento onde almeno presumere che in essi si avveri quella condizione, dipendente dalla diversa contrazione degli assi, perchè, come si è detto della sostanza delle conchiglie, essi sieno portati a vestire la forma capillare o fibrosa. Ammessa cioè l'opinione del De Buch, e vedendo come molte sostanze organiche, e sotto l'influenza della vita (V. §. precedente ed altrove), e indipendentemente da essa (per esempio l'urea, l'acido colico, molte sostanze grasse e particolarmente la stearina) prendano la forma predetta, può con qualche verisimiglianza almeno supporre che a ciò fare, a determinare quella forma che il Beudant (§. antecedente) vuole che si abbia in conto di accidentale, concorra la condizione predetta. E forse maggiormente il dimostrano le seconde. Io vo' dire de' materiali immediati de' corpi organici che si sono sottratti all'azione della vita; imperocchè venendo questi a consolidarsi e prendendo, tuttochè essi non più soggiacciono ad altre forze, ad altre leggi che a quelle che determinano e regolano la cristallizzazione in generale, la forma capillare, forza è concludere che in sè, e indipendentemente affatto dalla vita, racchiudano una cagione che li porta ad assumere una tale figura. Aggiungerò anzi che, quand'anche non si volesse riconoscere come causa di ciò quanto si suppone dal De Buch intorno alla diversa contrazione degli assi, e che in vece, non ostante l'argomento d'analogia che ci presta la struttura delle conchiglie, si dovesse far ricorso ad un'altra causa qualunque a noi per anche incognita, ciò basterebbe nondimeno all'uopo mio, prestandoci ragione di arguire l'esistenza di una legge comune ad ambedue queste classi di corpi. Qualunque però delle predette due supposizioni si voglia seguire, egli è certo altresì che quanto si dice dal prelodato fisico intorno alla cagione perchè nelle conchiglie que' corpi che altrimenti ordinerebbonsi in raggi, si dispongono in fibre più o meno parallele, si addice del pari agli altri componenti de' corpi viventi, e ne rende ragione perchè questi pure, sotto l'influenza della vita presentino un pari fenomeno; senza che le leggi de' cristalli

sieno contraddette più di quello che lo sono allorchè per le alternative di umidità e di siccità nell'ambiente si formano delle vegetazioni cristalline sulle pareti de' vasi, o quando pei movimenti vibratorii impressi in alcune sostanze, o per le scintille elettriche si ottengono de' cristalli divergenti fra loro. Non sono in vero per questo contraddette le leggi de' cristalli, perciò che la predetta forma fibrosa da null' altro viene determinata che da quella condizione di sopra accennata; la quale in tal caso consiste in ciò, che ne' corpi organici non esistono, riguardo alla produzione de' cristalli, de' punti o centri d' origine separati fra loro. E porta il pregio che si avverta che questa condizione dal De Buch menzionata relativa al mantello de' moluschi, verificasi in generale nelle parti tutte degli animali, imperocchè l'assimilazione si opera in tutti i punti della massa, anzi in ogni molecola che compone la massa stessa. Che che però egli sia di tutto quanto si è fin qui discusso intorno a ciò, lo che io voglio che si abbia in conto di semplice conghiettura; egli sarà certo meglio conforme al più sano modo di ragionare il farsi a ricercare nelle leggi generali de' corpi la ragione della forma che assumono le parti degli esseri organizzati, anzi che lo immaginare nuove forze della natura, le quali si limitino a tali esseri soltanto; forze da veruna analogia e molto meno dall'osservazione indicate. Ed il vedere che alcune circostanze, dipendenti dalle leggi generali de' cristalli, valgono a fare che alcune sostanze minerali ne' corpi viventi assumano la forma fibrosa, ne presterà d'altronde ragione bastevole a farci credere che ciò veramente costituisca una delle leggi dell'organismo; a cui perciò debbono soggiacere tutti gli elementi che compongono i corpi viventi stessi.

282. Se queste considerazioni, che forse si troveranno degne di essere meglio convalidate, e che, comunque esse sieno, sottopongo al giudizio de' sapienti, bastassero almeno a farci intravedere come la forza stessa che determina la cristallizzazione possa presiedere alla formazione della fibra organica senza deviare dalle sue leggi, si renderebbe chiara a noi la causa di quella diversità di forme che passa fra una pianta od un animale ed un cristallo o un minerale in genere. Quanto ha riguardo alla rotondità di parti si è già discorso di sopra. Dirò

anzi che ciò ne aprirebbe la via a togliere gran parte di quella maraviglia che in noi cagiona la tanto grande varietà di aspetto perchè gli esseri organici si distinguono fra loro; conciossiachè, assegnata la causa della produzione e configurazione della fibra primitiva, ogni piccola alterazione nella disposizione, ordine, numero sarà bastante a dar cagione alle apparenze le più disparate. Resta in vero molto a farsi intorno a ciò; ma le ricerche de' botanici incominciano già ad isvelare un tale mistero; siccome sono quelle che riguardano la relazione che passa fra la struttura interna e la forma esterna delle piante. Intendo fra le altre di quelle del Beauvois sulla corrispondenza fra lo stuccio midollare e la disposizione delle foglie (ν); di quelle del Du Petit-Thouars intorno alla relazione fra il numero degli stami e quello delle altre parti del fiore, e simili altre cose osservate nella economia degli esseri vegetali. E ciò che ha riguardo agli animali riceve pure senza dubbio molta luce dalle filosofiche considerazioni di Geoffroy S.¹ Hillaire, e segnatamente da quelle sull'unità di composizione, note abbastanza a ciascuno perchè occorra qui accennarne i particolari. Sembreranno forse esagerati cotali ravvicinamenti; ma io porto opinione che lo spirito di osservazione, per buona ventura cotanto vivo in questo secolo, porterà fra breve i fisici a rinvenire gli anelli che legano ciò che ho detto della formazione della fibra elementare con questi che sono gli ultimi risultati dell'organizzazione.

283. Dalle quali cose ne riuscirebbe a un tempo anche altra conclusione, ed è che quella facoltà che dai più si tiene come esclusiva de' corpi organici, cioè di accrescersi per *intussusceptionem* (opinione al tutto collegata coll'altra onai vieta affatto della preesistenza de' germi), o non si verifica sempre in tutti i fenomeni della vita, o i cristalli pur anche possono essere prodotti per questa via. Il che mi porta a trattenermi alcun poco su di questo argomento, affine di stabilire con più precisione quanto veramente abbia a pensarsi intorno a ciò. E tanto più giova il farlo dappoichè questa pretesa differenza nel modo di accrescimento degli esseri organici ed inorganici è una delle distinzioni notate dal ch. Lamarck (1) e che occorre

(1) Phil. Zool. t. 1. p. 382.

togliere di mezzo. Al quale proposito mi piace il premettere ad ogni altra cosa quelle considerazioni che su di ciò esposero due illustri scrutatori di cose naturali; il Bufalini ed il Chevreul; adducendo eglino ragioni di moltissimo peso in sostegno di ciò ch'io accennava contro questo preteso modo di accrescimento degli esseri organizzati. Il primo di essi, dopo di avere osservato « che ne' corpi viventi la facoltà di convertire « in propria natura molte sostanze diverse (non che altre funzioni organiche) non sono che effetti della rimutazione in- « cessante della materia organica, » così prosiegue: « Volendo « poi che gli esseri organici crescano per *intus-susceptionem*, « quando a' minerali si concede soltanto l'aumento per soprap- « posizione di parti, io credo che si cada in sottigliezza so- « verchia, nè si stabilisca fra i due regni alcuna differenza « essenziale, ma si tenga conto di meri accidenti. Che è in « fatti questa *intus-susceptio*? Non altro che una maniera, un « ordine, una via onde si effettua il processo della soprad- « detta continua rimutazione di principii materiali; il che, come « ognuno intende, non disvela punto l'intrinseca natura di « quel procedimento d'azioni, per le quali si discacciano le « particelle superflue o nocive, e si attraggono e ritengono le « convenevoli. » . . . « Dirò di più che o la materia ad au- « mento di mole si aggiunga ai corpi per interne vie, o sia « dall'esterno addotta alla loro superficie, in ogni modo l'atto « dell'aderirvi e dell'entrare a formare una parte integrante « de' corpi stessi non può mai essere altro che un avvicinarsi « di parti a parti, un obbedire di ciascuna alle proprie affi- « nità, un tenersi strette le più affini, ed in ogni modo una « mera sovrapposizione (1) ». Del tutto consentanee a queste sono le considerazioni del Chevreul. « L'espressione di *accre-* « *scimento per intus-susceptionem*, dice' egli, non è precisa che « fino a tanto ch'essa viene applicata ad un'apparenza di au- « mento di un corpo vivente dall'interno all'esterno; ma se « voi considerate i principii immediati che costituiscono i tes- « suti, gli organi di un essere vivente, voi vedrete che cia- « scuno di essi in particolare non può crescere che per giu- « stapposizione, come i minerali. L'opposizione che si è tentata

(1) Patol. anal. t. 2. p. 24.

« di esprimere per l' accrescimento degli esseri organizzati e
 « degli esseri inorganici non esiste dunque che per essersi con-
 « siderata una pianta o un animale come un corpo unico, nel
 « modo stesso che la massa inerte a cui vengono comparati ;
 « questa espressione non è dunque esatta che in quanto essa
 « serve ad esprimere molto compendiosamente la differenza che
 « presenta l'essere organico dal minerale, dopo di essersi d'al-
 « tronde considerato preventivamente l' accrescimento di cia-
 « scuno degli organi dell'essere vivente (1). » Similmente av-
 visa il Serres; chè anzi facendosi egli a convalidare le consi-
 derazioni del Chevreul, e sul modo di accrescimento delle parti,
 che è sempre per giustaposizione, e sull'individualità organica,
 reca in mezzo alcuni fatti, in cui egli tiene che abbiasi senza
 fallo a riconoscere questo modo di accrescimento per soprap-
 posizione, non solo nella *nutrizione molecolare*, ma *eziandio*
nell'accrescimento in massa degli organi; di modo che l'os-
 servazione convalida direttamente ciò che la teoria persuade. Il
 rene, com'egli osserva, nell'uomo allo stato di embrione è for-
 mato di otto o dieci frazioni di rene, o piuttosto di altrettanti
 piccoli reni isolati e distinti. Disponendosi essi intorno ad uno
 di loro, che si trova nel mezzo, vi si fanno aderenti, ed *as-*
solutamente nel modo che questo ha luogo ne' minerali,
 vanno a formare un organo semplice, la cui superficie esterna
 non offre, anche sotto la dissezione più esatta, alcuna suttura
 o depressione che possa indicare la riunione di parti origina-
 riamente separate. Similmente i denti molari multi-cuspidati
 risultano dall'unione di frazioni isolate o distinte, le quali man-
 dandosi a vicenda delle lamine di riunione, sì che alla fine que-
 ste diverse parti costituiscono un corpo unico. Analogo ragio-
 namento egli pone in mezzo intorno alla formazione della mi-
 dolla spinale, della prostata, de' corpi tiroidei, del fegato.
 Osservasi in fine da lui che, come in una vera cristallizzazione
 multipla i sali omogenei si attraggono e si uniscono fra loro,
 così nel complesso della formazione di un organo i tessuti omo-
 genei si aggregano e si uniscono insieme: i nervi vanno a rag-
 giungere i nervi, le vene tendono alle vene, le arterie alle ar-
 terie (2).

(1) Analyse org. p. 231.

(2) Ann. Sc. nat. t. 11. p. 59. et s.

284. Nè il modo in che il Chevreul, e con esso il Serres, seguiti in ciò da altri insigni fisiologi, fra' quali l'Ursin (1), vogliono considerare l'individualità negli esseri organici, si ha certo a tenere come una di quelle sottigliezze quasi metafisiche, con cui sovente si cerca convalidare le più strane opinioni, se il De Candolle, almeu in quanto a' vegetali, crede questo il modo di espressione il più ragionevole; chè anzi ad una tale sentenza furono altri illustri sapienti condotti dal più minuto esame degli esseri stessi. Così il Dutrochet dall'anatomia delle piante, operata con metodo da essolui immaginato, fu tratto a concludere che tutti gli organi elementari delle piante, cioè le cellule e i tubi, de' quali il loro corpo si compone, hanno una esistenza indipendente, talchè al credere di lui, non hanno essi che relazioni di prossimità (2). Similmente il Turpin predetto, a cui si debbono tante delicate osservazioni sull'intima struttura delle piante, dice: « Tutti i tessuti cellulari vegetali « sono formati da un *agglomerato* considerevole di vescichette « perfettamente distinte fra loro, ciascuna dotata di un cen- « tro vitale particolare di vegetazione e di propagazione. Esse « tutte rappresentano altrettanti individui che sarebbero com- « parabili a quelli che compongono una popolazione di vol- « uci, se in vece di godere dello spazio e della locomozione « come questi ultimi, non fossero destinati a far parte dell'*in- « dividualità composta* del vegetale (x). » Del pari il Meyen nelle sue ricerche anatomico-fisiologiche (3), in seguito delle sue osservazioni, è portato a considerare *le cellule come piante in piccolo, come agglomerati, aventi ciascuna una vita individuale*. Il qual modo di considerare la composizione delle piante apparirà tanto più fondato e conforme alle leggi della natura, ponendo mente a quegli esseri i quali, al tempo stesso che sono formati d'individui distinti, godono poi di una vita in parte almeno comune; siccome fu in questi ultimi anni convalidato con belle osservazioni dal Savigny e da altri. Si comprende già intendere io, oltre i polipi propriamente detti, di que' coralli, di quelle madrepore, piume di mare (*pennatula*), molti

(1) Bull. Un. Sc. nat. fevr. 1829. p. 226.

(2) Cuvier, Hist. des progr. des Sc. nat. t. 3. p. 165.

(3) Bull. Un. Sc. nat. sept. 1830. p. 405.

alcioni, gorgoni ec., ne' quali si ha a considerare un aggregato di molti polipi o idre od actinie uniti intimamente fra loro. Che tali esseri abbiansi veramente a considerare in sì fatto modo è ciò che viene consigliato dal vedersi che il cibo che uno prende serve al nutrimento di tutti, e che di più essi sembrano godere di sensazioni e volontà comuni; il che almeno è indubitato rispetto alle pinne di mare (1); ciò che venne poscia confermato dalle indagini anche di altri osservatori (2), dal Dalzell sulla *Cristatella mirabilis* (3) ed in ispezialità dal signor M. Edwards. Il quale seppe rinvenire le vie per le quali le materie nutritive prese da uno di questi polipi possono in generale riuscire a profitto di questi singolari zoofiti (4). Nè si oppone a quanto da me si vuol qui dimostrare il dirsi da lui che questi esseri non godono di una compiuta individualità; volendo egli annunziare con questo la loro reciproca relazione, siccome si vede chiaramente. In fatti egli li assomiglia alle gemme e li considera come atti a vivere isolatamente. Così in occasione di altre sue osservazioni sui polipaj e segnatamente su di una specie di sertularia forse nuova delle coste della Provenza, egli dice che non è raro il caso di rinvenire i polipi solitari (5); e così nel rendere egli conto delle sue ricerche sull' *Alcyonide elegante*, da essolui rinvenuto sulle coste dell' Africa, presso al capo Matifou, si dice da lui che ciaschedun polipo vale ad eseguire alcuni movimenti individuali, sì che da questo lato ognuno di essi « è indipendente da' suoi congeneri; ma d'altra « parte la cosa non è così, imperocchè si manifestano talvolta « nel tronco del polipajo de' moti generali che influiscono su « tutti questi piccoli esseri (6). » E parlando egli degli Alcionii propriamente detti così si esprime: « I liquidi, di cui il « loro corpo è pieno, debbe circolare in tutta la massa del « polipajo; e se questi piccoli animali hanno da una parte una « sensibilità individuale ed una cavità digestiva distinta, essi « hanno dall'altra un sistema vascolare comune a tutti » (7).

(1) Cuvier, Hist. del progr. des. Sc. nat. 1. 3. p. 329.

(2) Cuvier, l. c. 1. 4. p. 203.

(3) L'Institut. 3. an. p. 74.

(4) L'Institut. 3. ann. p. 10.

(5) Eco du monde sav. 1839. n.º 409. p. 74.

(6) Ann. Sc. nat. 2.ª ser. Zool. 1. 4. p. 324.

(7) L. c. p. 333.

Le quali considerazioni valgono a un tempo ad escludere altra delle differenze notate dal Lamarck: cioè che l'individualità ne' corpi inorganici si trovi, siccome egli dice, nella molecola integrante; negli organici essere essa nella loro massa e nel loro volume (1). Ed esse valgono non meno a mostrare l'insussistenza di altre difformità da questo ill. sapiente indicate: 1.^a quella che si vuol rinvenire nell'essere i corpi inorganici costituiti di parti omogenee, mentre gli organici, al credere di lui, risultano di parti veramente eterogenee: 2.^a quella che egli asserisce consistere nell'essere le parti di quelli indipendenti fra loro; dipendenti negli organici; ciò che viemmaggiormente impegnavami a discorrere qui quanto ha rispetto all'individualità degli esseri organizzati. E in vero, oltre che l'eterogeneità di parti non sempre si rinviene ne' corpi viventi considerati nella loro intera massa, di che egli stesso nè soccorre d' esempi (γ), ove si riconosca, come si è detto di sopra, l'individualità negli organi elementari, come vogliono i fisici di sopra ricordati, e molto più se la si ammetta col Chevreul (2) nell'atomo composto o molecola organica, l'omogeneità in questa non sarà minore di molto che nella molecola integrante de' corpi minerali. Nè maggior fondamento ha ciò che il Lamarck asserisce della dipendenza delle parti degli esseri organici; chè anzi questa sembrerà non meno illusoria, tosto che del pari si avverta all'individualità ed al non doversi considerare una pianta, un animale, come un corpo unico, come un solo individuo. E molto più si renderà questo manifesto se si rifletta a quel *centro vitale particolare di vegetazione e di propagazione*, che il Turpin, come or ora si fè vedere, accorda alle vescichette vegetali ed alla vita individuale delle cellule, secondo il parere del Meyen; non senza avvertir qui che il Lamarck istesso dice dei polipi che tutti i punti del loro corpo godono di una *vita indipendente* (3). Il che si renderà anche più chiaro per le cose che sono per dire in appresso sugli elementi della fibra organica.

(1) Op. cit. t. 1. p. 378.

(2) Annal. Organ. p. 17.

(3). Hist. n. des Anim. sans Vert. t. 2. p. 6.

285. Comunque però egli sia di tutto questo, e indipendentemente da qualunque idea sull'individualità degli esseri organici; egli è certo, come rileva appunto il Bufalini nel passo di sopra riferito, che il vero atto di unione de' corpi che vanno ad accrescere un organo qualunque di un animale o di una pianta, consiste nel depositarsi e combinarsi di una nuova molecola ad altra molecola che già formava parte dell'organo stesso; il che non può farsi che per sovrapposizione, qualunque sia il modo pel quale essa pervenga a tale atto di unione, qualunque sia la via ch'essa abbia a percorrere, di vasi, canali ec. Così a cagione di esempio, qualunque sia il modo perchè il solfato di calce o il carbonato della stessa base, o i loro elementi, introduconsi nella economia animale, allorchè essi si portano ad accrescere la sostanza delle ossa o delle conchiglie, conviene che si uniscano molecola a molecola, non diversamente da ciò che accade ne' precipitati chimici, o da quello che avviene nella formazione di sostanze analoghe nel seno delle masse minerali. E così dicasi di tanti altri principii. Ciò che dee farsi perciò a norma delle leggi dell'affinità e della chimica generale, quali però esser debbono queste leggi allorchè si trovano sotto l'influenza delle circostanze che concorrono all'effetto, siccome si vede dalle cose precedentemente discorse. L'assimilazione organica dunque, bene considerata in ciò che veramente costituisce l'atto di unione, del pari che la combinazione e aggregazione minerale, conviene che accada per sovrapposizione. Nè diversamente accaderà la cosa, cioè l'effetto procederà del pari secondo le leggi elettro-chimiche o dell'affinità, allorchè l'assimilazione predetta venga accompagnata da decomposizione o nella parte che viene nutrita, o in quella che nuovamente si aggiugne; lo che sembra a me manifesto. La differenza perciò sta in questo soltanto: e nell'essere le sostanze alimentari negli esseri organici assorbite alla loro superficie; radici negli uni, canale digestivo negli altri, e nel dover percorrere alcun tratto della loro sostanza; in che non consiste certamente il vero atto di unione, o pure si dica come rilevasi dal Bufalini, non costituir ciò che una maniera, un ordine, una via.

286. Che se poi si volesse considerare la mutazione, non più nell'intero corpo degli animali (e così può dirsi delle

piante) o nell'accrescimento in massa degli organi, ma si bene nel materiale organico (z), e da ciò si traesse altro argomento da pormisi incontro, non sarebbe al certo difficile il ribattere una tale obbiezione. Se altri, io dico, si facesse a rilevare che anche in queste tenuissime parti i principii che vanno ad aggiugnersi pel processo dell'assimilazione, anzi che limitarsi ad una superficiale sovrapposizione, come si fa ne' cristalli, introduconsi nella massa del materiale organico stesso, per valermi della comparazione del Darwin, come l'acqua inzuppa un capello o una fibrilla di lino o di seta, sì che in tutte le sue parti anche le più interne accade quel rimutamento perchè le parti nocive o superflue si eliminano e le nutritive si aggiungono, non mancheranno osservazioni per le quali far vedere che altrettanto accade pur anche ne' corpi inorganici, allorchè si tratta di decomposizioni o ricomposizioni, siccome egli è appunto il caso della nutrizione organica. A tale effetto basterà, cred'io, il richiamare al pensiero quanto si disse altrove (§. 142.) intorno all'ossidazione del ferro anche nelle parti più interne ed all'accrescersi perciò del suo volume, che ivi si disse rappresentare in qualche modo la nutrizione, e ricordare a un tempo come questa sua alterazione venga concepita dal Becquerel. Si disse cioè com'egli sceppe perciò rendersi ragione di questo ricorrendo ad un'azione galvanica, la quale fa che l'ossigeno, che veramente viene a contatto del ferro soltanto alla sua superficie, combinandosi molecola a molecola, possa poi penetrare fino al centro della massa metallica; ciò che io avviso veramente, come ho detto, offrirne assai precisamente l'immagine del fenomeno della nutrizione e de' rimutamenti organici. La quale analogia nel modo di combinazione sarà per riuscire anche meglio evidente, se, come veramente la ragione comanda che si faccia, anche l'assimilazione si vorrà ascrivere all'azione elettro-chimica dei principii. E quindi, anche considerata la cosa nel materiale organico, avrà a dirsi che, come nel ferro che si caugia in ossido combinandosi all'ossigeno, nella massa organica i principii si uniranno insieme molecola a molecola.

287. Riducendo alla somma quanto fin qui si è detto del modo di nutrizione degli esseri organici, intorno a che ed intorno ad altre condizioni de' corpi viventi meritava che io

mi trattenessi a favellare alquanto diffusamente, dappoichè appunto dal modo pel quale essa si compie negli animali e nelle piante generalmente si volle argomentare una essenziale disparità fra questi ed i corpi minerali; dalle precedenti cose avrà a conchiudersi che questa principale funzione dell'organismo considerata nel vero atto di unione, in qualunque modo voglia riguardarsi, o nell'intero corpo degli animali, o nella massa de' loro organi, o finalmente nel materiale organico, si fa sempre molecola a molecola, e quindi per semplice sovrapposizione di parti, al pari che ciò avviene ne' cristalli (*aa*). Il che si renderà tanto più facile a comprendere se veramente si voglia ammettere col Chevreul la vera individualità, come si disse di sopra, nella molecola organica. Ed a mostrare quest'opinione vicinmeglio conforme al vero ed alle leggi naturali, si unirà parimente il vedersi come per sì fatti principii possa darsi una soddisfacente spiegazione della formazione de' cristalli nel seno degli animali e delle piante; li quali non è a dubitarsi che non si formino per semplice sovrapposizioni di molecole integranti (*bb*).

288. Se le cose fin qui discorse portano almeno a supporre una stretta analogia, se pure non voglia dirsi identità, ne' modi di agire delle forze universali negli esseri organici ed inorganici; altrettanto similmente si scorge ne' fatti che sono per riferire, e precipuamente nell'azione che in su di questi e di quelli esercitano gli agenti esterni, ed in particolare l'aria, la luce e l'elettricità. Imperciocchè vedendosi cotale azioni avere un pari effetto sugli uni e sugli altri, può con ragione anche da ciò arguirsi ch'essi tutti sieno regolati dalle forze, dalle leggi medesime.

Quanto alla prima, la cui presenza influisce di tanto sulla vita degli animali e delle piante, ciò che niuno ignora, si vede essa avere una qualche azione su di alcune sostanze saline ed in ispezie nel determinare la cristallizzazione del solfato di soda; siccome lo fanno conoscere le osservazioni del Gay-Lussac (1) e del Graham (2); lo che non dipende certo dalla sola pressione, ma bensì, come opina quest'ultimo, forse da un'azione

(1) Mem. d'Arcueil t. 3. p. 180.

(2) Bib. Univ. S. et A. t. 41. p. 105.

chimica. Egli è però mestieri che si confessi che da un fatto fin qui quasi isolato mal potrebbe dedurre una conseguenza generale; ed inoltre che se anche altri sali manifestano della difficoltà a cristallizzare nel vuoto, altri però procedono diversamente.

289. Maggiori e più evidenti analogie offre la luce nella sua azione sugli esseri di ambi i regni. La tendenza alla luce si manifesta del pari negli animali, nelle piante, ne' cristalli. Se si parli de' primi, se ne ha una certa prova ne' polipi; i quali dirigonsi verso la luce come le foglie, i fiori, ed i rami delle piante. Ciò che riguarda ad una tale tendenza ne' vegetali essendo noto a ciascuno, mi asterrò dal farne parola. Dirò soltanto degli ultimi, de' cristalli; ricordando da prima come questo sia stato di già osservato in varie sostanze minerali, non che ne' corpi di origine organica cristallizzabili. Menzionerò a cagione di esempio il selenio, la canfora, il fosforo ec: il primo de' quali, nel decomorsi che fanno le soluzioni delle seleni-basi esposte all'aria, se questo si operi in vasi profondi e ristretti, si deposita in forma di dendriti nella parte rivolta verso la luce (1). Egli è del pari noto quell'esperimento del Dorthes sulla canfora. Non solo egli vide molti e be' cristalli di questa sostanza, serbata in vaso chiuso, dopo alcuni mesi essersi adunati sull'interna parete del vaso stesso dal lato della luce; mentre pochi e piccoli se ne vedevano nelle altre parti; ma di più, rivolgendo il vaso in modo che il lato, che prima risentiva meno dell'altro l'influenza della luce, venisse a provarne la maggiore azione, e viceversa, osservò, scorso un mese, che i primi eransi o diminuiti o distrutti, mentre i secondi, risentendo in tale posizione tutta l'influenza della luce, scarsi per lo innanzi, eransi accresciuti. Il quale sperimento fu poscia da lui variato, e con analogo risultamento, ricuoprendo di una vernice nera parte della bottiglia in che racchiudevasi la sostanza istessa (2). Similmente se si racchiuda del fosforo in un tubo pieno d'idrogeno o d'azoto, il quale sia in parte ricoperto da una lista di carta nera ravvolta a spira, esso si compone in cristalli su quelle parti della superficie interna che corrispon-

(1) *Bers. Tr. de Chim.* t. 2. p. 424.

(2) *Ann. ch.* t. 2. p. 92.

dono agl'interstizi che lascia la spira stessa. In fine basterà il richiamare al pensiero tutte le osservazioni del Chaptal comprovanti una tale tendenza de' cristalli verso la luce. Nè a ciò restringesi soltanto l'azione della luce sui cristalli, chè anzi essa manifesta non poca influenza e sulla produzione e sulla forma de' cristalli medesimi, siccome in modo conforme agisce in sulle piante. Aveva già da lungo tempo osservato il Petit che più belli riescono i cristalli di nitro e di sale ammoniaco per l'esposizione al sole; asserendosi di più da lui essere ciò necessario onde ottenerne di belle vegetazioni (1). Che una tale circostanza valga pure ad alterarne le forme, lo fa conoscere il ferro-prussiato di potassa, (cianuro ferroso potassivo); il quale nell'oscurità cristallizza in grandi lamine quadrangolari, e ad una viva luce va gradatamente perdendo una tale facoltà, diviene polveroso e si conforma in dendriti (2). Che poi un alterazione nelle forme de' vegetali accada per l'azione della luce, o più esattamente per la sua privazione, lo si scorge in quelle forme grette ed allungate delle piante allevate uella oscurità, nelle foglie loro piccolissime, nelle radici esili, nei peli più radi e più lunghi; e sopra tutto ci viene questo attestato da quell'osservazione dell'Humboldt: cioè che le piante che crescono nelle miniere, oltre l'essere scolorate, hanno una forma che impedisce il riconoscerle. Esposte però alla luce, l'erba muore; dopo di che la radice produce di nuovo la pianta sotto la sua forma ordinaria. Se d'altronde la luce sia necessaria al ben essere delle piante e degli animali, è ciò che non occorre a dirsi. A convincercene basterebbe quanto alle prime, il considerare la rigogliosa vegetazione di quelle piante che godono de' raggi solari in tutta la loro pienezza; e rispetto a'secondi il richiamare a un tempo al pensiero e l'abitatore di bene apriche campagne, e que' sciagurati astretti ai carceri oscuri, in cui i lineamenti per sino si alterano profondamente. E che la luce ed il calore insieme bastino a variare le sembianze delle piante e degli animali, lo indicano specialmente, dopo alcune generazioni, que' cambiamenti ch'essi soffrono allorchè sono trasportati in lontani climi; e lo indica

(1) Ann. ch. l. c.

(2) Fischer, Bib. Univ. S. et A. t. 41. p. 171.

pure fino ad un certo segno l'uomo, paragonando gli abitatori delle regioni aduste e delle più fredde (senza che però io intenda ascrivere a ciò le differenze che sono in veci essenziali delle diverse specie o razze.) (1).

290. E poichè qui mi occorre menzionare le alterazioni prodotte in parte dal calore sugli esseri viventi, riguardo a quelle che per la circostanza medesima si operano negl' inorganici, viene in acconcio il menzionare quelle osservazioni riferite dal Mitscherlich in uno scritto già altre volte da me citato. Si accertò egli che alcuni sali prendono una diversa figura a norma della temperatura; come anche prima di lui aveva rilevato l'Haidinger ne' solfati di zinco e di magnesio; i quali ad una temperatura elevata assumono ambedue delle forme isomorfe tra loro, diverse però da quelle che si ottengono operandosi alla temperatura ordinaria. Le quali osservazioni furono dal Mitscherlich estese a molte altre sostanze saline. Per mo' d'esempio il solfato ed il seleniato di soda a 33° prendono la figura del solfato d'argento; alla temperatura ordinaria quella del solfato di soda idrato; il solfato di niccolo a molti gradi al di sopra de' 15° prende una forma che appartiene al sistema prismatico; e fra li 15° e li 20° somministra degli ottedri a basi quadrate (2).

291. Analogie non meno rilevanti tra i cristalli e gli esseri organizzati offrono gli effetti della elettricità su questo e su quelli. Intorno a' cristalli basterà il rammentare quanto fu già notato da me (§. 103.), e segnatamente intorno all'opinione del Rendu; da cui si riguarda ogni cristallizzazione siccome un fenomeno elettrico. Il perchè in questo luogo accennerò soltanto essersi per l'influenza dell'elettricità dinamica ottenuti de' cristalli simili a quelli che si trovano ne' minerali, i quali per lo innanzi l'arte non era pervenuta a formare ponendo in opera gli ordinari processi; di che e d'altre simili osservazioni si ebbe altrove motivo di far parola e d'indicarne i particolari. Per ciò che riguarda le piante niuno ignora d'altronde come l'elettricità medesima ne promuova l'accrescimento, ne affretti

(1) Ved. Virey, *Hist. nat. du gen. hum.* t. 1. p. 333; t. 2. p. 141. 204. 207. 215. et s.

(2) *Ann. ch. et phys.* t. 37. p. 204.

e renda vigorosa la germinazione. Di che fanno pari fede e gli esperimenti a tal uopo istituiti, e l'azione de' fenomeni elettrici dell'atmosfera (cc), e segnatamente le piogge elettriche. Cotali cose essendo note già quanto basta, egli sarebbe sufficiente l'averle qui accennate. Meritano però di essere particolarmente menzionati quegli esperimenti tentati dal Mambrai; il quale nel mese di ottobre a Edimburgo, elettrizzando de' mirti ottenne ch'essi si vestissero di gemme non solo, ma di più che gettassero de' piccoli rami. E si sa pure che il Boze ed il Menon videro l'elettricità rendere più vigorosa la vegetazione delle piante ed affrettarne l'accrescimento; che il Nollet ed il Bertholon mediante esperimenti comparativi poterono assicurarsi che i semi sottoposti all'azione elettrica più presto germogliano, più sollecitamente s'innalzano, e se ne ottengono per tal mezzo degl'individui più vigorosi e più ramosi; e finalmente che il Lacepede giunse a risultamenti analoghi. Gioverà similmente riferire a quest'uopo le seguenti osservazioni. Un pioppo di un piede di circonferenza, colpito da un fulmine, sì che alcuni rami della cima furono troncati, senza che la corteccia ne fosse danneggiata, sebbene il fluido elettrico scorresse lunghezza quella pianta dalla cima fino a terra, esaminato l'anno appresso, aveva due piedi di giro; mentre altri pioppi vicini avevano quasi conservata la stessa grossezza (1). Pose il Becquerel quattro bulbi di giacinto a vegetare in un vaso di acqua contenente $\frac{1}{3}$ cc di sale marino; in modo però che due di essi posassero su di un sostegno di vetro, mentre uno degli altri posava sullo zinco, e l'altro sul rame, che erano in comunicazione fra loro. La vegetazione ne' due primi fu eguale al tempo stesso che negli altri l'accrescimento si vide ritardato al polo positivo, accelerato al negativo; ciò che conferma la influenza dell'elettricità negativa sulla vegetazione (2). Quanto poi all'influenza dell'elettricità sui fenomeni della vita animale, mi riporto a ciò che si disse di sopra (§. 279.), e delle osservazioni dell'Achard e del Gallitzin, e della influenza dell'encefalo sulla nutrizione.

292. A queste cose che riguardano l'azione degli agenti esterni sulla vita considerata nella somma de' suoi fenomeni

(1) L' Institut. 1836, p. 129.

(2) L' Institut. l. c. p. 54.

che costituisce la vita stessa, possono aggiungersi altre considerazioni sopra alcune funzioni in particolare. Innanzi a questo però gioverà il far parola di alcune produzioni organiche ottenute senza alcuna influenza delle azioni vitali; le quali io avviso prestare uno de' più validi argomenti pe' quali chiariscasi la identità delle forze che determinano la formazione e tutti i fenomeni fisici degli esseri sì organici che minerali. Tali produzioni sono: lo zucchero ottenuto dal Döbereiner riunendo mediante la compressione l'acido carbonico e l'idrogeno carburato (1); la materia gelatinosa ed il sevo prodotto dal medesimo portando a contatto il carbone, il vapore acquoso, l'acido carbonico, l'ossido di carbonio ed il gas idrogeno carburato (2); il grasso ottenuto dal Berard mediante il gas acido carbonico, il gas oliofacente ed il gas idrogeno; l'olio formato col ferro o colla ghisa e l'acido solforico (Vauquelin) o l'acido idroclorico (Proust), proveniente dalla reazione degli elementi dell'acqua e del carbone, da cui anche il ferro in spranghe non va mai perfettamente scevero; l'urea artificiale ottenuta dal Wöhler per la combinazione dell'acido cianoso e dell'ammoniaca (3). Nelle quali sostanze scorgesi una vera formazione di que' corpi che si considerano quali prodotti particolari ed esclusivi de' vegetali e degli animali; e questa formazione si opera per le sole leggi dell'affinità che hanno luogo fra principii assolutamente inorganici (*dd*).

293. Dopo di che viene qui in acconcio il far parola di quelle ingegnossime osservazioni di Milne Edwards; le quali dimostrano che i principii de' corpi, allorchè si ordinano in modo da uguagliare nella loro composizione i prodotti organici, valgono a un tempo a vestire spontaneamente e per una forza loro propria, cioè indipendentemente dall'azione della vita, quella forma che si conviene agli elementi della fibra animale. Per tali osservazioni questo insigne naturalista ha fatto conoscere che tutte le sostanze animali nel prendere lo stato solido assumono a un tempo la figura globulare (*ee*); che i

(1) Gior. di Fis. Ch. di Pavia D. II. L. 3. p. 375.

(2) L. c. t. 2. p. 222.

(3) Ann. ch. et phys. t. 37. p. 330; t. 43. p. 73; t. 46. p. 25. et s. Ved. Berzel. *Trait. de Ch.* t. 7. p. 378. per la etiologia di questo fatto.

globuli che perciò si formano e che possono chiamarsi globuli elementari, sono rispetto ai tessuti organici ciò che le molecole integranti ai cristalli (*ff*). E ciò non solo, chè egli ha veduto inoltre che questo accade del pari anche per una coagulazione artificiale, come per esempio quella dell'albumina per l'influenza del polo positivo della pila, pel calore e per gli acidi; dell'umor vitreo (principalmente composto di albumina, oltre l'acqua e il sal comune) per l'azione chimica di alcuni reagenti ec. In fine fa egli conoscere che la fibrina, dopo di essere stata disciolta nella potassa, se si neutralizzi l'alcali, torna a prendere la forma globulare (1). Le quali osservazioni debbono aversi in conto di sommamente importanti, precipuamente pel mostrare che esse fanno come i principii di tali corpi tornino a comporsi in quella forma che li costituisce veri elementi della fibra organica, anche dopo di essere stati profondamente alterati. Può questa perciò considerarsi al tutto come una nuova formazione, e fuori di ogni influenza de'corpi viventi. In vero l'albumina e la fibrina liquide e disciolte sono così distinte dalle sostanze medesime concrete ed insolubili, che sembra abbiano a tenersi come corpi semplicemente isomeri tra loro, come opina il Berzelius (2). Se adunque nel passare dallo stato liquido al concreto essi corpi si alterano in una di quelle condizioni che costituiscono l'individualità loro, cioè nella disposizione delle parti, sussisterà pienamente essere questa una nuova formazione. E ad una profonda alterazione debbe avere soggiaciuto non meno la fibrina nella sua combinazione colla potassa (*gg*). E mercè di tali osservazioni del eh. Edwards si confermerà a un tempo quanto testè da me si avvertiva: cioè che le leggi chimiche universali possono facilmente dare origine alle sostanze organiche. Ed egli occorre che tanto più si ponga mente all'importanza di questa forma globulare, la quale, come egli stesso avverte, costituisce veramente l'elemento dei corpi animali tutti; importanza fattasi anche maggiore dopo le osservazioni sulla globulina; la quale ora si sa essere valevole a dare origine ad una pianta perfetta (3).

(1) Ann. sc. nat. t. 9. p. 390.

(2) Ann. ch. et phys. t. 46. p. 139.

(3) Ann. ch. et phys. t. 39. p. 215.

294. E qui mi sia concesso l'allontanarmi alcun poco dal mio soggetto affine di accennare almeno in iscorcio come queste osservazioni valgano a rafforzare di molto quella tanto contrastata opinione sulla generazione spontanea degli esseri viventi. E in vero poichè molti di que' fatti, in su de' quali reggevasi una tale opinione, consistono nella conversione in corpi viventi di sostanze già elaborate da altri di tali esseri e ridotte a quello stato pel quale appunto fu usata la denominazione di globuli organici, siccome sono in gran parte quelli riferiti dal Fray; potrà dirsi a ragione avere la scienza fatto un passo notevole in questa parte, mostrando come questi globuli possano formarsi per le leggi puramente chimiche. Chè se il predetto Fray si occupò con ogni solerzia della formazione di tali globuli (1), le sue ricerche però lasciarono alquanto a desiderare. E se il Delametherie, quegli che, come il sa ciascuno, considerava la produzione degli esseri organizzati come una vera cristallizzazione, e dalla forma fibrosa di alcuni minerali, dall'attrazione capillare eh' essi possono perciò esercitare (in che egli seppe coll'immaginazione prevenire ciò che il Magendie avrebbe poscia dimostrato riguardo all'assorbimento) credeva potersi dedurre una notevole conformità fra la genesi di sì fatti minerali e quella delle piante; mancando so'lo, com'egli dice, che si possano formare così di getto gli oli od altri licori simili a quelli de' vegetali per ottenere un principio di vegetazione (2); quali conseguenze non avrebbe egli saputo desumere nella vastità del suo ingegno, s'egli avesse a' suoi dì conosciuto tutto quanto ora si è detto? Quali luminosi concepimenti, io dico, non avrebbe egli tratto dal sapere, come a noi al presente è manifesto, che non solo i materiali delle piante, ma quelli eziandio degli animali si formano per l'arte, e nella loro conveniente composizione e figura? che alcuni esistono già ne' corpi minerali? che l'elettricità, in cui egli presentiva già cotanta azione su tutti i fenomeni naturali, è ciò che determina le più complicate funzioni della vita? In fine che tutte le più variate forme degli organi delle piante e degli animali riduconsi ad una sola: alla forma globulare, del pari che i cristalli alla loro molecola iu-

(1) Ess. sur l'orig. des corps organ. Paris 1817.

(2) Lecq. de Geol. t. 1. p. 347. 353.

tegrante; e che verisimilmente esse sono determinate dalle stesse leggi cristallografiche? (hh).

295. Oltre alle quali cose desunte dall'esame delle forze universali, ed oltre a quelle considerazioni per le quali esse ponno chiarirsi valvoli a dare origine a nuovi esseri organizzati e viventi, porta il pregio che qui si accennino alcuni fatti generali che veramente ne attestano una così fatta generazione. Mercè de' petrefatti, o più generalmente mercè di que' resti di ambidue i regni organici che si trovano compresi nelle masse minerali, essendo ora dato a noi il conoscere gli animali e le piante che alle diverse epoche abitarono la superficie di questo nostro pianeta; con eguale certezza con che si conchiuse essersi, quanto agli animali, perdute ed estinte non poche specie, può da tali irrefragabili monumenti desumersi che, coll'andare di secoli innumerevoli, comparvero successivamente sulla faccia della terra, non solo nuove specie, ma eziandio nuovi generi e di piante e di animali e perfino di nuove classi. Se si riguardi alle prime, prendendo per isorta le osservazioni e le considerazioni del Brongniart (1), si vedrà nelle formazioni più antiche, fra quelle in che tali resti si osservano, contenersi quasi esclusivamente le piante delle classi inferiori: cioè 4 specie di agame, 222 specie di crittogame vasculari, sole 16 fenogame monocotiledoni, e niuna delle dicotiledoni. Al contrario quest' ultime fanno comparsa soltanto in ciò ch'egli chiama 4.^o periodo, in che si comprendono tutti i terreni posteriori alla creta; ed ivi si rendono prevalenti a segno che le loro specie ascendono a forse 100, mentre le crittogame vasculari, tanto copiose in numero nel primo periodo, si riducono a sole 6 specie (ii). E non è questa una prova bastevole a convincere che nuovi esseri vegetali si produssero col variare della temperatura del nostro pianeta e d'altre circostanze? Tale è quella che ne trassero i predetti due perspicacissimi osservatori delle cose naturali: il Brongniart ed il De Candolle.

296. Favellandosi qui degli argomenti che possono desumersi dalle piante a favore della generazione spontanea, può venire in acconcio il ricordare quelle osservazioni del D.^o Biasoletto, pochi anni sono da essolui pubblicate nel suo *Saggio di alcune*

(1) Ann. sc. nat. t. 15 p. 225.

alghe microscopiche (Trieste 1832), e che possono mettersi a lato di quelle già mentovate del Fray e di altri osservatori. Per le quali si vede che ciaschedun preparato farmaceutico, nella confezione del quale erasi da lui impiegata una qualche sostanza vegetale, diede origine ad altrettante alghe distinte. Ed appresso ad esse meritano pure di essere ricordate quelle del Kutzing (1); il quale non solo confermò le osservazioni del primo, ma ebbe a convincersi della metamorfosi di alcune crittogame, o come egli dice: che « non solo differenti « forme di piante possono nascere da un medesimo corpo primitivo, ma ch'egli può anche avvenire che la stessa formazione superiore sia prodotta da forme primitive, al tutto « differenti. » Ciò ne presta senza dubbio un valido argomento d'analogia riferibile alle piante delle classe superiori, anzi alle piante in generale, quanto alla loro produzione spontanea. Riguardo a questa spontanea riproduzione delle piante riferirò poi quanto si legge in una nota inserita nell'*Edinburgh new Philosophical Journal* (2). « Poche cose, ivi si dice, sono più straordinarie della insolita apparizione e sviluppo di alcune piante in talune circostanze. Così dopo l'incendio di Londra nel 1666, l'intera superficie della città « distrutta si rienoprì con tanta profusione di una pianta erucifera, *Sisymbrium irio*, Lin., che si calcolò che tutto il « restante di Europa non produceva altrettanti individui di « questa pianta; » ed il Green, che parimente riferisce il fatto medesimo, dice che in molti luoghi essa poteva mettersi come un campo di frumento (3). « Egli si conosce similmente, così continua a dirsi nella nota predetta, che se una sorgente salsa « prende nasimento in luogo anche assai lontano dal mare, il « terreno contiguo si veste di piante proprie delle situazioni « marittime, le quali antecedentemente ad un tale evenimento « erano affatto estranee a que' luoghi. Oltre di che, se accade « che un lago si disecchi, la superficie sua è tosto occupata « da una vegetazione al tutto estranea e interamente diversa da « quella che per lo innanzi ricopriva le sue rive. Allorchè al-

(1) Ann. Sc. Nat. 2.^o ser. Bot. t. 2. p. 129. 217.

(2) T. 20. n.^o 39. p. 209.

(3) Univer. Herb. t. 2. p. 582.

« cuni paduli della Zelandia furono disseccati, il *Carex cype*
 « *roides* si mostrò in copia; ed egli si sa che questa pianta
 « non appartiene in verun modo alla Danimarca, essendo par-
 « ticolare della Germania settentrionale (della Boemia e della
 « Siberia, secondo Green) — In un'opera, annunziata già da
 « qualche tempo, del sig.^r di Brebisson sui muschi utili, que-
 « sto autore asserisce che, essendosi asciugato per molte setti-
 « mane nel colmo della state uno stagno ne'dintorni di Falain,
 « il fango nel seccarsi si vestì immediatamente ed interamente,
 « per l'estensione di molte *Yards* quadrate, di una verzura
 « minuta e compatta, composta di un musco piccolissimo, il
 « *Phaseum axillare*, i cauli di cui erano sì stipati fra loro,
 « che su di un pollice quadrato di superficie potevano con-
 « tarsi più di 5m. individui di questa tenuissima pianta, la
 « quale non era stata innanzi a ciò osservata nel paese. »
 Le quali cose ci tornano al pensiero quel fatto avvertito in
 diversi paesi e da tanti illustri osservatori, cioè: che uo ter-
 reno, e segnatamente i boschi, se si ab'attano ovvero s'in-
 cendano le piante che costituivano i boschi melesimi, pro-
 ducendo spontaneamente delle piante al tutto diverse da quelle che
 precedentemente vivevano in quel suolo. Il Rey, il Georgi, il
 Pallas, de Buch, Mackenzie, Hearne, Jefferson, du Petit-
 Thouars, e finalmente A. Saint-Hillaire e de La Malle, che
 si sono dati cura di raccogliere i fatti osservati dai primi e
 ricordarne non pochi altri, sono sicuri garanti della verità
 della cosa. Forse a' meno inclinevoli ad ammettere la genera-
 zione spontanea degli esseri organici piacerà meglio il rendere
 ragione di questo col supporre preesistenti nel terreno i semi
 delle piante che succedono alle prime già distrutte. Un fatto
 però così generale e co-tante debbe avere ragione da una legge
 naturale, non da una mera accidentalità. Oltre di che si avverta
 a questo, che in alcuni casi, siccome sono appunto quelli di-
 scorsi dall'Hearne e dal du Petit-Thouars, ciò accade dopo
 essersi incensi i boschi, e che anzi vi sono alcune piante,
 fragole, lamponi, rovi, li quali si mostrano in maggiore ab-
 bondanza ne' luoghi che provarono l'azione del fuoco. Ed av-
 vertasi pure che, attenendoci a quanto ascrive il Mackenzie, i
 pioppi che nell'America settentrionale succedettero ai pini ed
 agli abeti, erano affatto estranei a quel paese, sì che colà non

ne esisteva per lo innanzi verun individuo; e ciò conformemente a quanto si è detto del *Phaseum axillare*. Similmente il du Petit-Thouars asserisce che le piante che all'Isola di Francia ne' boschi atterrati od incensi compariscono spontaneamente sono ordinariamente estranee all'isola medesima ed originarie di Madagascar e delle Molucche. (1).

297. Analoghe considerazioni possono addursi a proposito degli animali, anche riguardo a questi desumendo una tale conclusione dai resti loro che trovansi in seno della terra. Intorno a' quali e intorno a' cambiamenti ch'essi ne attestano essere avvenuti nel numero delle loro specie relativamente alle diverse epoche della natura, anzi che riferirne qui i particolari, il che non potrebbe farsi senza entrare in troppo minute discussioni e descrizioni estranee al soggetto, conviene che io mandi i miei cortesi leggitori a quelle opere che specialmente riguardano questa parte della storia della terra. Fra queste citerò a cagione di onore l'art.° *Petrification del Dictionnaire des Sciences Naturelles*; dal quale mi piace desumere il seguente passo. « Il numero de' generi che trovansi fossili è maggiore di « quello de' generi viventi ne' polipaj, echiniti, aneliti, tubi-
« cole, conchiglie bivalvi e conchiglie a spartimenti (*cloi-*
« *sommées*), ed è minore nelle serpule, cirripedi, pteropodi,
« fillidiani, conchiglie univalvi ed eteropodi. » — « Il numero
« de' generi de' crostacei che si sono trovati fossili, non essendo
« che un terzo circa di quelli che vivono attualmente, può
« credersi che il numero de' viventi siasi accresciuto dopo le ri-
« voluzioni che hanno sepolto nel suolo quelli che si trovauo
« fossili » (2). Oltre di che ricorderò cosa che ognuno conosce: cioè essere le diverse formazioni in ordine alla loro antichità contraddistinte dai resti di diverse classi o generi di animali; taluni restringendosi ai terreni di più antica formazione, altri ai più recenti. Ogni epoca dunque ebbe i suoi animali diversi. Chi non sa parimente che le spoglie de' mammiferi si limitano a' terreni posteriori alla calcaria grossolana? che nulla fin qui si è trovato tra' fossili che possa veramente riferirsi ai quadrumani ed alla specie nostra? Tutte le quali cose bastando a dimostrare

(1) Ann. Sc. Nat. t. 5. p. 360.

(2) L. c. t. 39. p. 272.

che nuovi esseri e vegetali ed animali vennero ad abitare la superficie della terra, ragion comanda che si conchiuda essersi essi spontaneamente prodotti a misura che le circostanze si univano a dar cagione alla loro formazione (kk).

298. Innanzi di lasciare un tale proposito conviene che si prendano ad escludere alcune obiezioni che si sono poste incontro alla generazione spontanea, e primamente quella recentemente riprodotta dal signor Patrick Keith (1); il quale osserva che, ammessa tale spontanea produzione, le specie degli animali sarebbero senza limiti, come lo sarebbero le nuove combinazioni organiche; mentre all'opposto esse sono circoscritte. Intorno a che sarà facile l'opporre che, quanto a composti organici, il loro numero viene ristretto dalle leggi delle proporzioni determinate, alle quali soggiacciono i corpi di ogni maniera; e questo solo basterebbe a un tempo a porre un limite al numero degli esseri viventi. Alla indefinita produzione di questi ultimi si opporrà poi similmente altra circostanza. E questa consiste nella necessità di un certo ordinamento di parti perchè i fenomeni della vita possano compiersi anche negli animali della meno complicata struttura. Il perchè ove per avventura formassersi degli esseri in cui una sì fatta condizione non avesse luogo, essi eouterrebbero in sè il principio della propria distruzione. Gli animali mostruosi ne sono una prova. Del resto mi sia permesso il dire che mal si appone il sig. Keith asserendo essere la teoria della generazione spontanea caduta in dispregio, ed essere questo « il trionfo della verità sull'errore. » Molti de' più illustri fisici, e presso che l'universale di quelli che onorano il nostro secolo, fra quali basterà ricordare un Lamarck, un Fray, un Rudolphi, un Wiegmann, un Bremser, un Treviranus, seguono una tale dottrina; sì ch'egli convien credere eh'egli, cui piace di dare un aspetto polemico ad una tale questione, o ignori ciò che illustri sapienti seppero addurre a prò di essa, o che non abbia rilevato tutto il valore delle loro osservazioni.

299. Ora venendo a quelle obiezioni esposte dal Virey nella sua *Philosophie de l'Histoire naturelle*, dirò io che se le cose fin qui discorse bastano a dimostrare l'esistenza di al-

(1) Phil. Mag. and Ann. of Phil. n. 55. p. 35.

cune forze capaci di dare origine agli esseri organizzati, la produzione spontanea de' corpi animali dovrà tenersi non già come un effetto eventuale o quasi fortuito; ma bensì come un effetto necessario, siccome sono tutti quelli che hanno luogo negli esseri naturali; dovendosi relegare il caso fra i sogni degni soltanto di que' tempi in cui male avvertivansi i legami perchè i fatti si uniscono fra loro ed i fatti alle cause, non essendosi queste per anche convenientemente poste ad esame. Questo, io credo, basterà a combattere nel suo principale fondamento tutto quanto da lui si oppone alla generazione spontanea nella predetta opera sua; imperciocchè egli sopra tutto si appiglia alla impotenza del caso a dare nascimento a nuovi esseri viventi alle loro armoniche forme ed organizzazioni.

Si vogliono non pertanto qui escludere particolarmente alcuni de' suoi argomenti, da' quali è facile cosa venire illusi. Dalla identità di alcuni esseri: degli animali infusori (p. 110.) de' protozoari, protofiti, in fine dall'uniformità delle razze microscopiche in ogni luogo, vuol'egli desumere un argomento contro la generazione spontanea di questi esseri, e provare che essi provengono da germi o semi (p. 111.). Perchè non potremo noi dire in vece che circostanze simili danno in tal caso origine ad esseri simili? Dic'egli, è vero: « Si les mêmes entozoaires n'apparaissent point partout, en des corps semblables, il n'y a donc pas spontanéité de formation, malgré des circonstances pareilles. » (p. 114.). Ma chi può assicurare che in essi sempre concorrano veramente pari circostanze? S'egli vorrà applicare un simile argomento alle idatidi o echinococchi del fegato, ai vermi intestinali, alla spiroptera della talpa, al cenuro del cervello, e quindi rilevare che essi non si trovano sempre in tutti gli organi de' medesimi animali, potrà risponderci chiedendo a lui: come avviene egli che la gotta, la litiasi, la stitiasi, la rogna non si manifestino in tutti gli animali? La risposta è breve: perchè le circostanze sono diverse ne' vari individui. Il simile può dirsi degli infusori che prendono nascimento ne' liquidi. In vero chi potrebbe assicurare della perfetta simiglianza di condizione di due licori, in uno de' quali essi formansi, nell'altro no?

300. Altro argomento si oppone da lui alla generazione spontanea alla pag. 117., ov'egli dice: « Les affinités ou attra-

« ctions reciproques des molécules chimiques n'ont jamais ce
 « caractère d'aspirer à la conservation, à la propagation, à la
 « garantie medicatrice que nous observons jusque dans les
 « plantes. » Se si accordi, come vuole l'autore, alle affinità
 chimiche la sola facoltà di produrre le sostanze inorganiche,
 regge il fatto; ma ciò, come è chiaro, inchiude petizione di
 principio, imperciocchè converrà ch'egli dapprima dimostri ciò
 ch'egli si fa a supporre e pone per base del suo ragionare: cioè
 che le affinità chimiche non valgono a dar cagione agli esseri
 organizzati. Se al contrario, come mi sembra avere dimostrato
 per le cose fin qui discorse, le affinità medesime valgono a tanto
 od almeno alla formazione degli organi elementari di tali esseri,
 non regge il fatto. In ambedue i casi adunque il raziocinio è
 erroneo e quindi inconcludente.

301. Dirò da ultimo che quella eccezione che egli ed altri
 pure recarono in mezzo affine di combattere la generazione spon-
 tanea degli animali, e che si desume dall'essere gli animali che
 per noi si suppongono provenire dalla generazione primitiva do-
 tati di parti sessuali e d'ova, è cosa che nulla prova. Chiun-
 que si faccia a sostenere questa spontanea produzione degli es-
 seri viventi, null'altro asserisce se non che questo: che per le
 forze proprie de' corpi, e senza che l'accoppiamento preceda,
 alcuni esseri possono prendere nascimento, e così riuscire de-
 gl'individui aventi quell'e condizioni che sono proprie degli ani-
 mali in genere; per lo che essi debbono essere forniti anche
 degli organi riproduttori, per mezzo de' quali moltiplicarsi poi
 mercè del più comune mezzo di riproduzione. Per la qual cosa
 male a proposito si pongono in campo le così dette viste della
 natura; la quale si asserisce non produrre mai nulla di super-
 fluo; imperocchè per le cose premesse si vede che anche negli
 animali che nascono spontaneamente gli organi sessuali sono
 veramente destinati alla riproduzione delle specie, ed alla con-
 servazione de' generi (II). Affine di mostrare la fallacia di que-
 sto modo di ragionare basterà il far vedere che ciò porterebbe
 similmente a negare, e contro la più costante esperienza, che
 alcune piante godano, come può dirsi in grazia di esempio del
Solanum tuberosum, dell' *Helianthus tuberosus* etc., di due
 diversi modi di riproduzione. Vedendo, io dico, che queste ed
 altre simili piante sono fornite de' loro organi sessuali e danno

semi, avrebbe secondo un tal modo di ragionare a conchiudersi, e con quanta ragione ognun se'l vede, contro la loro moltiplicazione pe' loro tuberì; imperocchè l'ammettere questa ci porterebbe ad attribuire alla natura una produzione superflua; ciò che, si dice, è contrario alle sue viste. Ed egli può anzi osservarsi che un tale criterio si mostrerebbe in vero fallacissimo rispetto alla prima di tali piante, come quello che ci porterebbe a contraddire in essa quel modo di riproduzione che, non solo è più pronto, ma eziandio può dirsi più perfetto, almeno ne' suoi effetti. In fatti pe' tuberì, non solo si ottiene nell'anno stesso quello che per via de' semi non si ha che infra due anni, ma di più perveniamo perciò a moltiplicare la pianta stessa senza alcuna alterazione di forma; all'opposto di quanto avviene per mezzo de' semi; lo che ha fin qui dato origine ad oltre 150. varietà. E' mi pare anzi opportuno trattenermi un poco lungamente su tale proposito, trattandosi di porre ad esame e far conoscere la fallacia di un argomento soventi volte usato, e sempre a danno della scienza, in questo ed in altri particolari. E se io dissi essere questo a scapito della scienza, gioverà nuovamente invocare a tale proposito l'autorità di uno de' principali ristoratori della filosofia (V. sopra § 30. nota (b).) Così si legge nel *Novum Organum* (1): « Recte ponitur vere « scire esse per Causas scirc.. Etiam non male constituuntur « Causae quatuor: Materia, Forma, Efficiens, et Finis. At ex « his Causa Finalis tantum abest ut prosit, ut etiam scien- « tias corrumpat. » Il Cartesio pur egli intese a distruggere l'abusivo principio delle cagioni finali; e discorrendosi da lui que' precetti i meglio atti a guidare i nostri giudizi, fra quelle cose da cui debbe guardarsi chiunque tenda all'esatta cognizione del vero, pone egli il disputare degli arcani della natura; ciò ch'egli nota di audacia e di cosa sopra di ogni altra inetta nelle naturali investigazioni, e siccome quella che ci porta a trascendere i limiti delle umane cognizioni (2). Nè allo stupendo ingegno del sommo Galilei poteva questo sfuggire; chè anzi forse più saggiamente di ogni altro, e con tutt'altro intendimento che quello di contraddire il meraviglioso ordina-

(1) Lib. II. Aph. 2.

(2) Regul. ad direct. ingenii, regula VIII.

mento dell' universo, egli avvertiva all' erroneità di un tale principio preso qual norma de' nostri ragionamenti, siccome appunto usava fare il Colombe, mostrando quanto sia pericoloso il determinare cotali viste o cagioni, e quanto strana e ridevole ambizione sia quella degli uomini di trasfondere nell' universo le idee loro intorno al bello, all' ottimo (1). E in vero tale è l' ambizione di chi, immaginando forse di comprendere nella propria mente tutto quanto v' ha di perfetto, si fa a giudicare su tale fondamento de' fenomeni naturali. Laonde due considerazioni sorgono; primo dar ragione ad altissima meraviglia il vedere come tuttavia da filosofi, d' altronde spettabilissimi, si ponga in uso un cotal modo di ragionare già concordemente condannato da que' tre che l' universale riguarda siccome i primi maestri della moderna sapienza; secondo, che taluni non cessino dal condannare chiunque ricusi di appagarsi a sì fatto criterio, quasi che così s' intenda combattere l' ordine sorprendente dell' universo, anzi che l' orgoglio di chi ardisce credere di saperne tutte le leggi, e comprendere l' armonia e l' ordine di ciò che fu lasciato alle nostre disputazioni.

302. Le quali considerazioni in parte mi dispenseranno a un tempo dal prendere ad esame quanto si discorre dal Morren in opposizione alla generazione spontanea (2). E poichè egli sopra tutto si fonda sulla costanza della struttura di quegli esseri che prendono origine sotto l' influenza di diverse circostanze; oltre che a tale effetto potrebbe ricordarsi come i più severi ragionatori abbiano ora rinunciato a quel vieto assioma delle scuole perchè gli effetti simili avevansi a riferire a cause del pari simili fra loro; io credo bastare a ciò quanto mi occorre dire non ha molto (§. 298.) intorno alla necessità di un dato ordine di parti perchè gli atti della vita possano avere effetto; ciò che vale a fissare un limite alle produzioni organiche, comechè spontanee. Non è dunque meraviglia se per la generazione diretta, anzi che ottenere nuove specie « noi non perveniamo a formare altro che ciò che fu sempre », come appunto egli dice; nè più convincente contro la generazione spontanea sarà perciò quella conclusione sua ch' egli esprime dicendo:

(1) Nunzio Sidero, lett. a G. Galanzoni p. 77.

(2) Ann. sc. nat. 2. ser. Zool. t. 3. p. 5. 174. 224, t. 4. p. 13. 142.

« L'uomo sarebbe adunque realmente incapace d'imprimere « alla materia qualunque siasi forma d'organizzazione. » L'uomo, sia rispetto ai corpi inorganici, come già mi avvenne di far conoscere (§. 149.), sia rispetto agli organici, non può che procurare il concorso delle forze naturali, lasciando ch'esse operino secondo le loro leggi necessarie; nè i sostenitori della generazione spontanea presunsero mai di far altro che questo. Oltre di che ammesso ancora, com'egli dice, che per la generazione spontanea non si ottenga mai altro che ciò che fu sempre, ciò che forse può essere; che vorrà egli conchiuderne, se non che questo: che quelle forze che regolano la vita, sono quelle che presiedono del pari alla produzione degli esseri viventi? E se fin qui si è detto la ipotesi della generazione spontanea essere in opposizione colla supposta semplicità delle viste della natura; ora per questo la si vedrebbe al contrario collegata coll'unità delle sue leggi. Oltre di che dirò io che, quantunque egli siasi studiato di variare in molti modi le condizioni, segnatamente rispetto alla luce, per le quali ebbero nascimento gl'infusori ec. da lui osservati, non può credersi per questo, nè certo egli stesso vorrà supporlo, che i suoi sperimenti rappresentino tutte le diverse condizioni in cui possano possibilmente trovarsi i corpi della natura; che è pure quanto occorrerebbe affine di dare una qualche consistenza a questa sua obiezione. Nè per le cose predette, per quel limite assegnato alle produzioni organiche, abbiamo perciò a maravigliare se sotto l'influenza della luce decomposta non si formarono ne' suoi sperimenti vegetali ed animali distinti dagli ordinari; prestandoci anzi egli stesso il modo di sciogliere un tale problema ov'egli dice che ciò proviene « perchè la causa che determina « la stabilità nell'organizzazione è più possente della causa « modificatrice; » nel quale principio concorderò io facilmente; in ciò solo discordando: nel riporre egli la prima di queste cause nella successione continua degli esseri medesimi, mentre all'opposto io avviso che bastino a tale effetto le leggi generali de' corpi; alle quali del pari sottostanno gli esseri tutti e nella loro conservazione, e nella loro formazione, e finalmente nei loro rimutamenti. Appresso a che uno solo de' suoi dettati mi resta a sottoporre ad esame. Credendo egli che gli agenti fisici, allorchè si esamina separatamente la loro influenza, costituiscano

semplici condizioni di conservazione; « bisognerà bene, dic'egli, « che un'altra condizione si agginga alle prime per provocare « l'esistenza della vita. Senza questa clausola, l'opinione della « generazione spontanea è un sogno. » Intorno a questa sentenza sua, forse un poco sottile e che sente del metafisico, dirò dapprima che forse più conforme alla semplicità delle leggi naturali, e come ora si è detto, è certo il credere che quelle forze istesse, le quali presiedono alla conservazione, abbiano a supporre atte a promuovere la produzione degli esseri naturali. Oltre di ciò egli mi sembra di aver detto già quanto basta per addimostrare l'esistenza di quelle forze, di quelle leggi naturali, che valgono a dar nascimento ai corpi organizzati; ed avere così liberata la dottrina della generazione spontanea dalla taccia che gli appone il signor Morren: di essere un sogno.

303. Se per le cose fin qui dette sembra a me venire soddisfacentemente escluse le principali obiezioni che si sono opposte alla generazione spontanea, l'amore del vero mi porta a dire che un esperimento riferitoci dallo Schulze sembra veramente di molto peso, uè tale da potersi facilmente combattere, quando esso venga a confermarsi per nuove osservazioni. Asserisce egli di aver veduto che l'acqua distillata, in cui contengansi varie sostanze animali, ma certo uin seme, niun germe vivente, perchè distrutti, per quanto egli crede, mediante l'ebollizione, si rende in vero atta a dare nascimento a vibrioni, a uionadi ec. se sia in contatto libero coll'aria ambiente; ma che ciò non avviene menomamente se si faccia che l'aria prima di venire al suo contatto abbia ad attraversare l'acido solforico. E di più egli dice che se il licore, che tenuto in tali condizioni per oltre due mesi non abbia dato segno veruno della produzione di tali esseri, si esponga all'aria libera, togliendo l'acido intermedio, si vedono ben presto comparire in esso degli infusorii. Dal quale esperimento, senza dubbio molto ingegnosamente immaginato, vuol egli conchindere che gli esseri predetti non traggono altrimenti origine dalle sostanze contenute in simili licori, ma bensì dai loro semi o germi dispersi nell'aria. Se però questo esperimento, come si è detto, merita tutta la considerazione, e sembri in qualche modo, rispetto agl'infusorii, addimostrare la necessità de' loro seminui, altre os-

servazioni sembrano provare l'opposto. Io intendo di quelle direi quasi metamorfosi che io qui riferisco sulla fede del Turpin (sebbene altre ancora si potessero qui ricordare), perchè alcuni corpi che appartengono al regno animale si trasformano in altri che spettano al regno vegetale, e viceversa. Ne siano d'esempio i globuli del latte che, senza che si possa ammettere la preesistenza di alcun germe, si coagiano in pianta: nel *Plenicillium glaucum*; quelli dell'albumine delle uova che si trasformano nel *Leptomitus moniliformis*; quelli del perisperma dell'orzo che si convertono nella *Torula cerevisiae* (1). In vero la dottrina della generazione univoca è sì strettamente legata a quella della preesistenza de' germi, che ove questi esperimenti vengano veramente a confermarsi, di che però non è a dubitarsi, siccome quelli di cui siamo debitori ad uno di que' fisici che alla somma abilità e diligenza nell'osservare sanno accoppiare una tanta filosofia, la dottrina della generazione univoca si vedrà abbattuta nel suo principale fondamento, e direttamente mostrata insussistente (*nm*). Ed ora mi è dato il riferire una osservazione, la quale al tempo stesso si oppone a quanto sembra in vero risultare dallo esperimento dello Schulze intorno alla necessità de' semi o germi degl'infusorii ed alla dottrina della preesistenza de' germi. Io intendo di quelle crittogame appartenenti alle mucedinee che si formano sulla parete della tunica interna delle uova della *Limax agrestis*, in sì gran copia che talvolta si oppongono ai movimenti dell'embrione fino ad estinguerne la vita (2).

304. Volendo in fine ridurre alla somma ciò che spetta alla generazione spontanea, affine di dimostrare come si possa per le leggi generali de' corpi rendere ragione della produzione degli esseri viventi, dirò:

1.° Le forze chimiche essere di per sè valevoli a produrre sostanze simili nella composizione e nella proprietà ai prodotti della vita;

2.° Per le osservazioni dell'Edwards potere i corpi, indipendentemente dall'influenza della vita, assumere la confor-

(1) Ann. sc. nat. 2. ser. Bot. t. 8. p. 338. et s.

(2) L'Institut. 1839. n. 288. p. 229.

mazione globulare, che costituisce l'elemento organico della fibra animale;

3.^o Per una forza del tutto conforme a quella che dà ragione alla cristallizzazione de' corpi minerali, i globuli predetti essere atti a disporsi in forma fibrosa;

4.^o Da questa risultare necessariamente quell'azione capillare che, come hanno fatto conoscere il Magendie ed il Foderà (di cui si dirà or ora), basta all'assorbimento ed alla nutrizione; che è quanto dire al fenomeno fondamentale, alla funzione la più costante e più generale della vita organica;

5.^o Come appresso a ciò possano i corpi organici prendere quelle tanto diverse forme che li distinguono, è quanto veramente non saprebbe precisarsi. Essendosi però veduto come queste forme si alterino per la luce, per gli agenti esterni, e per tante altre cause, fra le quali non possono tacersi le abitudini (*mn*); quantunque non possano indicarsi in particolare, come si è detto, le circostanze che inducono cotesta varietà di figure; si ha però buon argomento per credere che le cause predette abbiano necessariamente ad essere cagione che quelle fibre elementari si dispongano ora in questo, ora in quell'ordine;

6.^o Come poi da questa si passi a quella tanto multiforme quantità di animali, è ciò di cui rendono ragione quelle stupende concezioni di cui la scienza va debitrice a Geoffroy S.^t Hillaire sull'unità di composizione.

305. Riprendendo ora il cammino da cui mi deviava un sì importante argomento, che un dì forse sarà per guidarci alle più alte concezioni, e che ne presta intanto il modo di meglio dirigere alcuni de' nostri giudizi; prenderò ora a discorrere que' fenomeni e quelle funzioni animali che sono l'opera delle forze universali. Gioverà pertanto il premettere qui alcune altre considerazioni valevoli a mio credere, e convincere vienunaggiamente essere cotali funzioni determinate e regolate dalle forze predette. Ed a questo io credo che valgano quelle osservazioni per le quali si vede che alcuni umori tolti alla vitalità (*oo*), cioè dopo che essi furono tratti dall'animale cui appartennero, conservano e manifestano quelle proprietà istesse di cui godevano nell'animale medesimo. Così la

concrecibilità all'aria di alcuni umori animali, dice il Fourcroy (1), presenta un fenomeno strettamente legato colla formazione e riproduzione dell'epidermide; un fenomeno analogo a ciò che si presenta nella nutrizione; e finalmente, prestandoci il modo di sostituire un fatto fisico ad una qualità occulta, ci rende ragione delle forze plastiche immaginate dagli antichi. Questa verità si manifesta pure e forse più chiaramente ancora nel sangue sopra tutto, non che nel muco. Sono note abbastanza quelle osservazioni del Ruyschio, validate poscia da quelle de' moderni (2); il quale dal sangue tratto dal corpo animale, non che dalla sua parte sierosa e dal cruore, vide formarsi delle pseudo-membrane ed integumenti tali da simulare le produzioni naturali degli esseri viventi. Fra le quali cose sono da notarsi sopra tutto, e quella pseudo-membrana ottenuta dal siero del sangue, sì fattamente simile ad una vera membrana da presentare delle fibre uguali a quelle di cui tali parti sono naturalmente fornite; e quella concrezione poliposa formatasi per l'agitazione del sangue suino, nella quale si scorgevano de' globuli di sostanza adiposa (3). Così osservò E. Home (4) che il sangue nel coagularsi prende un tessuto tubulare e si organizza in maglie, i fili di cui si anastomizzano insieme; lo che è maraviglioso a vedersi. In fine si vuol rammentare quell'opinione dell' Hunter, a cui debbe tanto la storia del sangue: cioè che la separazione del crassamento abbiasi a riguardare come un fenomeno totalmente vitale; in somma essere, al credere di lui, il sangue, anche tratto dall'animale, dotato di un principio di vita. E tanto maggior valore ottiene questo suo avviso, osservandosi che la medesima separazione del crassamento, o coagulazione del sangue, si opera talvolta anche nel torrente della circolazione (5). Aveva già il Vacca asserito che quel muco che riveste le diverse cavità del corpo animale, anche fuori del corpo stesso, se resti asciutto, si cangia in una membrana cellulosa; il che al dire di lui si osserva pure nel

(1) Syst. des connoiss. chim. t. 5. p. 486; edit. in 4.^o

(2) Dict. Sc. nat. t. 47. p. 180.

(3) Thesau. anat. I. n. 3; VI. n. 15. VII. n. 39, X. n. 161, Thes. max. n. 108. ibid. lit. F.

(4) Bib. Univ. S. et A. fevr. 1818. p. 152.

(5) Bib. Brit. S. et A. t. 3. p. 29.

moccio del naso e negli sputi tracheali e polmonari (1); ed ora il Turpin indica il muco nasale siccome un tessuto globulare. Preso quindi ad esame dal Turpin medesimo, in occasione delle ricerche del Donné, il muco vaginale, che questo ultimo ed il Leuwenhoeck avevano indicato come formato di una sorte di pellicola, è stato trovato da lui composto di vescichette organizzate, sì che in vece di presentare de' frammenti organici provenienti dalla disorganizzazione dell'epitelio, come dal Donné si credeva, vi ha egli riconosciuta una vera organizzazione; asserendo inoltre che non si può o meno di scorgere un tessuto cellulare bene organizzato nello strato del muco prodotto dalla membrana mucosa vaginale, e composto di vescichette distinte (2). Ecco dunque che una tendenza alla riproduzione di parti e ad una data organizzazione si manifesta nei corpi che più non appartengono ad essere vivente. Se il sangue ed il muco pel solo obbedire all'azione delle proprie parti, senza il concorso di quelle forze che si fanno risiedere soltanto ne' vegetali e negli animali viventi; in somma senza che abbiasi a ricorrere ad azioni estranee, anzi che all'affinità chimica ed a quelle forze che regolano l'universo intero, possono prendere un'organizzazione cotanto analoga a quella che scorgesi negli animali stessi, e che così al vivo rappresenta nell'uomo la formazione de' vasi sanguiferi ed il modo in che esso si porta a restaurare le parti del corpo (*pp*), nell'altro la produzione del tessuto cellulare, e ciò, ripetesi ancora, per la sola attrazione; questo solo presterebbe assai convincente argomento da cui dedurre che anche le funzioni organiche de' corpi viventi, di cui sono per far parola vengono promosse e dirette dalle forze universali medesime (*qq*).

306. Venendo ora a favellare delle funzioni della vita organica, le quali, come ho detto, io avviso essere promosse dalle forze universali, gioverà innanzi a tutto tener proposito dell'assorbimento, come di quello che costituisce la funzione fondamentale dell'organismo. Intorno a che verrà qui in acconcio il fare principalmente parola di quelle osservazioni del Magendie e del Foderà, di che altrove si fece un qualche cenno.

(1) Fran. Vacca Berling. *Idea di fisiolog.* Pisa 1795. p. 21.

(2) Ann. Sc. nat. 2. ser. Zool. 1. 7. p. 207.

Teneva già il primo di essi nell' attrazione capillare delle pareti de' vasi organici doverci riporre la causa la più probabile dello assorbimento, anzi che in quelle azioni per lo innanzi immaginate. Piacque però a lui il convalidare per l'osservazione questo suo pensiero; e questo egli fece procurando un' artificiale circolazione di qualche liquido per entro ad arterie o vene distaccate dall' animale. Essendo veramente l' attrazione predetta la causa di quest' atto della vita, doveva questo anche in tal caso persistere, siccome procedente da un' azione, anzi che speciale de' corpi viventi, comune ai corpi tutti. E poichè questo fu per lo appunto il risultamento delle sue indagini, il suo primo pensiero ne riuscì pienamente convalidato (1). E tanto maggiore confidenza converrà che si accordi a queste sue osservazioni e deduzioni, dappoichè il Fodera predetto (2), mercè di ricerche non meno esatte ed ingegnose, pervenne al risultato medesimo; il perchè da lui si considerò quindi l' assorbimento come un semplice inzuppamento; ciò che in fine riducesi ad un fenomeno di attrazione capillare. Io porto quindi opinione che, senza contraddire le osservazioni de' due predetti fisiologi, abbiasi, almeno in parte, ad accagionare del fenomeno l' elettricità, traendone argomento dalle cose discorse in varii luoghi di questo libro.

307. Che del resto l' elettricità sia quella che sopra tutti influisce sui fenomeni organici, è ciò che forma l' opinione di alcuni illustri fisiologi; ed il mostrano le cose che sono per dire intorno ad alcune delle parziali funzioni organiche. Sa ognuno come A. Ure (3), valendosi di questo poderoso agente, pervenisse a ristabilire la respirazione nel cadavere di un estinto, di modo che, com' egli crede, esso sarebbe forse tornato alla vita, se prima non fosse stata offesa la midolla spinale e vuotato il sistema arterioso; ciò che aveva prodotto una alterazione troppo profonda per lusingarsi di un esito analogo a quello che può sperarsi ne' casi di morte apparente. Si sa parimente che il Philip (4) col solo ajuto dell' elettricità ha potuto procurare una libera respirazione ed una perfetta dige-

(1) Cuvier, Hist. des progr. des Sc. Nat. t. 3. p. 477.

(2) Cuvier l. c. t. 4. p. 35.

(3) Bib. Univ. S. et A. t. 10. p. 134.

(4) Ann. ch. et phys. t. 22. p. 216.

stione in alcuni animali cui aveva recisi i nervi dell'ottavo paio, supplendo in tal guisa coll' azione elettrica all' influenza nervosa (rr). Nè di ciò è a maravigliarsi, ove si ponga mente alle ricerche di due insigni anatomici italiani: il Quadri ed il Rolando. Aveva il primo di essi già da vari anni notata una non equivoca analogia di struttura fra gli apparecchi voltiani ed il cervello dell' uomo e di diversi animali, la sostanza del quale egli trovò composta di lamine interpolate da una sostanza molle. Per le quali osservazioni, annunziate prima dal Malacarne (1) e poscia pubblicate dallo stesso prof. Quadri in una lettera di cui egli volle onorarmi (2), questi crede che si possa con fondamento argomentare che gli ordini della volontà, per servirsi delle sue precise parole, e le sensazioni non sieno altrimenti trasmesse da un fluido, ma bensì da una commozione elettrica. Il Rolando poco discostandosi dall' idea del Quadri, che sembra avere ignorata non facendone menzione, fondandosi sulla struttura lamellare del cervelletto, e quindi sull' analogia che passa fra quest' organo, la pila voltiana e gli organi elettrici della torpedine, del siluro, del gimnoto, riconosce in questa parte dell' encefalo un vero elettromotore. E portando anche più oltre le sue ricerche relative all' azione ed influenza del sistema nerveo, confermando i risultati dell' Arnemann, egli vide che un nervo reciso, le estremità di cui siasi poscia riunite, si rende perciò inetto a portare le sensazioni, riprendendo però dopo qualche tempo la facoltà di trasmettere gli ordini della volontà e servire al moto, quantunque ciò accada talvolta interamente al rovescio. La qual cosa, segnatamente nel primo caso ch' egli trova più facile a concepirsi, si crede da lui che provenga dalla interposizione di una sostanza coibente avvenuta nella cicatrice; per esempio, del grasso. Non toglie questo però al nervo di servire al moto, come nel primo caso; al quale effetto egli crede bastare un' organizzazione meno perfetta del nervo stesso. E su questi principii medesimi egli crede che una sostanza coibente, trovandosi ne' gagli da cui hanno uscita i filamenti de' nervi intercostali (l' esistenza della quale egli ha verificato per l' osserva-

(1) Giorn. d' Incorag. Milano 1808.

(2) Gior. di fis. ch. di Pavia, D. II. t. 7. p. 287.

zione), valga a sottrarre all'impero del sensorio i visceri cui si portano i filamenti stessi: cioè il cuore ed il canale intestinale, lasciando però sussistere e mantenendo anzi una comunicazione ed un consenso tra i diversi visceri (ss). Le quali osservazioni del Rolando sono in certa guisa consentanee a quelle del Larrey (1); dal quale si asserisce che mediante un conduttore metallico si giunge a ristabilire la influenza di due porzioni di un nervo reciso, allorchè la continuità sia interrotta da compressione, da legatura o da recisione, sì che i nervi si rendano inetti a trasmettere di per sè la influenza stessa (tt). E rendendosi chiaro per le cose premesse in qual modo abbia luogo l'influenza dell'encefalo sui moti volontari, cioè per mezzo di commozioni elettriche, potendo per tal modo soddisfare al suo ufficio, pel quale esso presiede all'irritabilità (2), contrattilità; in fine a tutti que' movimenti, a tutte quelle operazioni da cui dipende la nostra vita organica; non sarà maraviglia se mediante le commozioni elettriche artificiali si supplisca all'azione stessa dell'encefalo ed alla sua influenza sui polmoni e sullo stomaco, come ha fatto vedere il Philip negli esperimenti or ora mentovati. Le quali cose trovano un notevole fondamento in quelle osservazioni del Marianini; per le quali si studiò egli chiarire che la corrente galvanica, se proceda nel senso medesimo de' nervi: cioè se il polo positivo sia applicato alla parte di un nervo più prossima al sensorio, ed il negativo dal canto delle estremità nervose, dà luogo alle contrazioni, vale a dire ad un effetto che rappresenta i moti volontari; mentre se la corrente stessa sia applicata in direzione inversa, si produce il dolore od altra sensazione nell'animale sottoposto all'esperimento. Nè mancò d'avvertire egli stesso l'importanza di un tal fatto, dicendosi da lui che ciò « offre il più bel punto di analogia tra ciò che dicesi *fluido* « *nervoso* e l' *elettrico* (3). »

308. Una totale identità tra il fluido elettrico e l'elettricità che risiede negli animali fu, come si sa, il pensiero che

(1) Ann. di Medic. t. 31. p. 429.

(2) Prevost e Dumas, Ann. Sc. nat. t. 1. p. 12.

(3) Ann. ch. et phys. t. 40. p. 225. Ann. delle Sc. 1833. p. 17. e s., p. 68. e s.; 1834. p. 32. e s., p. 57. e s.

occupava la mente del Davy negli ultimi giorni del prezioso viver suo. E s'egli credeva essere valevole a chiarire questo importantissimo argomento della filosofia naturale l'elettricità della torpedine, quanto dopo di lui si è fatto dai fisici, e primamente dal fratello di lui, lo hanno pienamente convalidato. Essendosi, io dico, per l'elettricità della torpedine ottenute le commozioni elettriche, e calamitati gli aghi, e promossa la decomposizione chimica di alcuni corpi (1), e finalmente essendosi ottenute le attrazioni e ripulsioni elettriche (2), non che la scintilla, ciò mostra in vero che l'elettricità della torpedine dà egualmente cagione ai fenomeni dell'elettricità statica e della elettricità dinamica. E qui occorre il dire che il Faraday ci fa sapere di avere ottenuto similmente per l'elettricità del gimnoto e le commozioni, e la calamitazione degli aghi, e la decomposizione chimica, e la deviazione degli aghi del galvanometro ed in fine la scintilla; non senza avvertir egli che questi effetti della torpedine e del gimnoto ci porranno in sulla via di chiarire per l'esperienza le relazioni che possano fra l'azione elettrica e l'azione nervosa (3). Al quale proposito merita pure che si ricordi quell'osservazione del Prevost; il quale asserisce di essere pervenuto a calamitare alcuni aghi di ferro dolce collocandoli presso ai nervi di alcuni animali al tempo stesso che la midolla spinale veniva irritata al punto da produrre una contrazione muscolare (4). Ed anche sotto altro aspetto meritano a quest'uopo tutta l'attenzione de' fisici i fenomeni che presenta la torpedine. Non essendo riuscito il D.^r G. Davy, per quanto egli ne dice, ad ottenere alcun indizio di elettricità dalla torpedine allorchè essa aveva cessato di vivere (5), questo in vero porterebbe ad argomentare che l'elettricità propria di questo animale costituisca in esso un elemento del suo organismo. Convien dire però che all'opposto il Matteucci (6) assicura ora di essere pervenuto ad ottenere delle commozioni elettriche dalle torpedini dopo la loro

(1) Ann. Sc. nat. t. 30. p. 192.

(2) Matteucci, Ann. ch. et phys. t. 66. p. 407.

(3) L'Institut. 1839. n. 280. p. 154

(4) L'Institut. 1838. n. 223 suppl. p. 28.

(5) Ann. Sc. nat. l. c. p. 203.

(6) Ann. ch. et phys. t. 66. p. 396.

morte, od almeno dopo di essere cessato ogni movimento nelle loro branchie e dopo di avere tagliati i suoi grossi vasi sanguiferi e distrutta quindi la circolazione; al che egli dice di essere riuscito segnatamente irritando uno de' lobi del suo cervello: quello per lo appunto ch'egli chiama lobo elettrico. Altre sue osservazioni però ci portano alla conseguenza istessa; avendo egli osservato che la forza delle sue scariche va in generale scemando colla vita; che l'attività di questa funzione è in esse proporzionale all'attività della circolazione e della respirazione. Per la qual cosa abbiamo nelle osservazioni dei fisici predetti nuovi argomenti per conchiudere l'identità della elettricità comune e quella che risiede nel corpo degli animali.

309. Nella elettricità parimente seppe trovare il De la Rive (1) la causa di una parte almeno del calore animale, paragonando le estremità esilissime de' nervi a' fili pe' quali si fa passare una corrente elettrica, e che, se sieno assai sottili, si riscaldano e talvolta si arroventano e si fondono. Similmente nell'azione chimica del sangue, che si porta ad ossidare le diverse sostanze in tutte le parti del corpo, egli scorre, prevenendo quasi le più recenti scoperte de' fisici (cap. vii.), la sorgente inesaurita dell'elettricità che nelle estremità nervose dee produrre l'evoluzione del calore. Sarebbe egli a credersi che a ciò cospiri in parte l'azione elettrica del cervello stesso? Tale supposizione si troverà al certo analoga alle ricerche del Brodie (2) ed a' risultamenti da lui medesimo ottenuti, non che dal Chossat e dal Nasse (3) e finalmente dal Dulong (4) comprovanti l'influenza del cervello sulla produzione del calore. Ed in tal caso le osservazioni del Quadri e del De la Rive si sosterebbero a vicenda. Che che però egli si abbia a pensare intorno a questa sorgente di elettricità, la opinione soprammentovata del De la Rive si trova avere dappoi acquistata non poca probabilità per le ricerche delli Dumas e Prevost (5). Io intendo di quelle per le quali si sa, non meno che per le altre del Vauquelin, che le fibre nervose ed i nervi stessi ven-

(1) Bibl. Univ. S. et A. t. 15. p. 48.

(2) Bibl. Brit. Sc. et A. t. 48. p. 397.

(3) Dict. abr. des Sc. med. art. *Chaleur* p. 17.

(4) Gior. di fis. chim. 1823. p. 238.

(5) Edwards, Infl. des ag. phys. *Append.* p. 574.

gono rivestiti da una sostanza coibente; come appunto negli esperimenti del Wollaston i fili metallici, co' quali egli operava la decomposizione dell'acqua, erano racchiusi in un tubo di vetro. Ed una cotale opinione viene pure resa meglio conforme al vero dal sapersi che alcuni morbi ed alcuni veleni che offendono precipuamente il sistema nerveo, al tempo stesso diminuiscono il calore animale; ed egli si sa pure che recidendo i nervi che si distribuiscono ad un membro, ciò è quasi costantemente cagione della perdita del calore del membro stesso.

310. La contrazione muscolare, fin qui coperta da tanta oscurità, ora si conosce per le osservazioni de' predetti Dumas e Prevost null'altro essere che un effetto semplicissimo dell'elettricità: cioè dipendere da quella stessa attrazione che, secondo la teoria dell'Ampère, si stabilisce fra due corpi ne' quali le correnti elettriche vadano nel senso medesimo; per lo che le diramazioni nervee attraendosi fra loro determinano la flessione ed il raccorciamento della fibra muscolare (1). E che d'altronde l'azione medesima sia cagione delle contrazioni prodotte dall'influenza cerebrale, trova, a mio credere, del pari che l'opinione del De la Rive, un nuovo appoggio nelle osservazioni del Quadri e ne' principii del Rolando; imperocchè, segnatamente da quest'ultimo, si crede che si possano spiegare i movimenti spontanei supponendo che ogni qual volta un muscolo debbe contrarsi, l'estremità centrale de' suoi filetti nervosi si accosti ad un punto determinato dell'organo elettromotore; il che produce l'analoga contrazione (2). Le quali cose troverebbero senza dubbio anche maggior fondamento in quelle osservazioni del Prevost medesimo, per le quali egli crede, confermando i suoi precedenti dettati, di essere pervenuto ad assicurarsi che una corrente elettrica accompagna la contrazione della fibra muscolare (3), se questo non meritasse di essere in qualche modo validato, dappoichè il Peltier assicura di avere senza esito alcuno ripetuto l'esperimento, comechè egli abbia posto in opera i mezzi i più delicati (4).

(1) Edwards l. c. *App.* p. 568; *Phil. mag. and Jour. of sc.* 3.^a ser. n.º 74. p. 293.

(2) *Jour. de Phys. juiv.* 1823. p. 336.

(3) *Ann. Sc. nat.* 2.^a ser. t. 8. p. 318.

(4) *Ann. Sc. nat.* 2.^a ser. t. 9. p. 89.

311. Per lo che, s'egli si ha dire col Darwin e col Ransori (1), che la contrazione costituisca « il fenomeno ultimo « semplicissimo in cui hanno fine tutti quanti i fenomeni presentati dall'economia organica; » o col Broussai, che sia « la contrattilità il principale strumento de' fenomeni secondari (2) »; e vedendosi come a ciò basti la sola azione galvanica, chè anzi essa riducesi ad un fenomeno puramente elettrico; comprende ognuno qual fondamento trovi in ciò questa mia opinione, e come da questo possa trarsi argomento onde presumere, e con assai di ragione, che le cause meramente fisiche bastino a tutti i fenomeni organici che, come si è detto, riduconsi a quest'ultimo fatto: la contrazione. E questo sarà viemmeglio ancora convalidato, osservandosi che anche la principale funzione della vita, quella perchè la vita stessa si mantiene, la più costante, la più generale, l'assorbimento e quindi la nutrizione, è opera parimente di una forza fisica: la capillarità; di che si disse non ha ancor molto (§. 306). E quindi tanto più conforme alla ragione si troverà quanto da me si avvertiva di sopra (§. 270), cioè: che da que' fenomeni della vita, i quali si dimostrano essere l'effetto di cause semplicemente fisiche, si ha buon dritto di argomentare che anche gli altri, di cui non si saprebbe dare pur anche soddisfacente spiegazione, risultino dalle cause medesime.

312. I nuovi trovati intorno all'azione elettrica che i corpi esercitano gli uni sugli altri vengono del pari in soccorso della mia opinione, prestando il modo di assegnare una etiologia abbastanza plausibile delle secrezioni. Tale è l'opinione pur anche del Thenard. Così egli si esprime in una sua nota (3): « or giacchè la fibrina e il tessuto de' polmoni, della milza, « del rene ec. posseggono come il platino, l'oro l'argento ec. « la proprietà di espellere l'ossigeno dall'acqua ossigenata, si « rende probabilissimo che tutti questi effetti dipendano da una « medesima forza. Sarebbe egli fuor di ragione il pensare che « un' analoga forza produca tutte le secrezioni vegetabili ed « animali? A me non pare. Così potrebbesi concepire come

(1) Zoonom. t. 1. p. 41. Annot. p. 299.

(2) De l'Irrit. et de la Fol. p. 65.

(3) Ann. ch. et phys. t. 11. p. 87.

« un organo, senza nulla cedere od appropriarsi, possa agire
 « di continuo su di un liquido e trasformarlo in produzioni
 « novelle: del resto il mirare la cosa sotto questo aspetto si
 « accorda con alcune idee, che furono esposte in questi ul-
 « timi tempi, e che in certo tal qual modo divengono *palpa-*
 « *bili* mercè gli esperimenti che fecero il soggetto di questa
 « nota. » Ora ponendo mente a ciò, che tutte le secrezioni si
 riducono a decomposizioni chimiche ed a ricomposizioni, men-
 tre si ha a riconoscere la precisione di tutto quanto dice qui
 il Thenard, sembra a me che questi effetti si abbiano ad ascri-
 vere all'influenza elettrica de' corpi, degli organi in fra di loro.
 Innanzi però di favellare di questo gioverà il far riflettere come
 tutto quanto si dice da lui si riduca a quell'azione cui il Ber-
 zelius dà il nome di *catalitica*; la quale costituisce una delle
 azioni o proprietà generali de' corpi; ed a cui ascrive questi
 non meno gli effetti predetti che si operano nell'economia dei
 corpi viventi; al tempo stesso ch'egli vuole che in ciò debbasi
 del pari riconoscere la cagione di un gran numero di decom-
 posizioni e ricomposizioni che accadono fra i corpi inorganici (1).
 Appresso a che dirò io che a collegare in certa guisa que' fatti
 che si riferiscono a' corpi minerali e quelli che assolutamente
 spettano alla vita organica, vengono quelle alterazioni che sof-
 frono perciò alcuni prodotti vegetali, siccome, per esempio, è
 la conversione dell'amido prima in gomma e poscia in zucchero
 per la sola presenza o influenza di un acido diluto e partico-
 larmente dell'acido solforico. Questo fatto, io dico, ci presta
 argomento, e certamente concludentissimo, pel quale chiarire
 l'identità di quest'azione, sia sotto l'influenza della vita, sia
 ne' nostri esperimenti. Sapendosi in effetto per le ricerche dei
 signori Payen e Persoz (2) che le diastase, qualunque sia il
 suo modo di agire, vale al pari dell'acido predetto a dar ca-
 gione a sì fatta trasformazione dell'amido, e sapendosi pure che
 essa esiste ne' semi d'orzo, d'avena, di frumento solo d'ap-
 presso ai germi già sviluppati, ma non nelle radiclelle, egual-
 mente che ne' tuberi de' pomi di terra essa si trova soltanto
 intorno ai punti d'inserzione de' suoi germogli e non nel re-

(1) Edinb. new Phil. Jour. n. 42. p. 223.

(2) Ann. ch. et phys. t. 53. p. 76, t. 56. p. 337.

stante di que' tuberi; si rende chiaro perciò che essa serve e in que' semi e ne' bulbi predetti a procurare la formazione di quelle sostanze solubili e dello zucchero in ispecie che servono alla nutrizione del germe nascente. E questo sopra tutto è da notarsi, accader ciò per un processo naturale e che può dirsi fisiologico, nel modo stesso però che noi ci gioviamo ne' nostri processi artificiali dell'acido solforico per operare una tale metamorfosi; anzi nel modo stesso che la diastase può servirci ad effetto di determinare un tale rimutamento. Premesse le quali cose, valevoli a mio credere a dimostrare l'identità di quest'azione, sia ne' corpi inorganici, sia sotto l'azione della vita; mi farò strada a quelle considerazioni che io credo atte a farci in qualche modo supporre che quest'azione catalitica possa ridursi ad una semplice azione elettrica, od almeno a far vedere non essere una tale sentenza affatto priva di fondamento. Tale sembra essere pure l'opinione del Liebig (1). E in vero egli è facile a credersi che per la presenza di un corpo qualunque, sebbene esso non valga ad entrare in combinazione, negli elementi di un composto, per una sorte d'induzione, od attuazione che dir vogliamo, abbia ad alterarsi quella polarità elettrica perchè essi sono uniti fra loro. Nè manca di venire in soccorso di tale opinione l'analogia che si desume dall'elettricità che nelle masse si svolge pel contatto; analogia forse di tanto maggior peso, se si ponga mente a ciò, che l'elettricità che si manifesta pel contatto è per lo appunto l'elettricità dinamica, la quale si propaga nell'interno de' corpi, sì che i loro elementi ne sono compresi; a differenza dell'elettricità statica, la quale si limita alla superficie de' corpi stessi. A fare però meglio comprendere questa mia sentenza, ed al tempo stesso a convalidarla, varrà io credo il riferire quanto il Boucharlat asserisce di avere osservato intorno all'acetificazione. Essendosi da lui fatto che questa avesse effetto sotto l'influenza del mercurio, ha egli dovuto convincersi che questo metallo fa che gli elementi del liquore impiegato « si costituiscano relativamente ad esso in tale stato elettrico, che l'alcoole viene « preservato e che la decomposizione non si estende che alle « materie più alterabili, che sono più prestamente e più com-

(1) *Intr. à l'étude de la chim.* n. 144.

« pletamente trasformate in acido acetico » (1). Nè gioverà meno al proposito il riferire quanto da essolui si osservava rispetto alla fermentazione alcoolica ed al latte; ciò che riguarda alcuni fenomeni che del pari possono al certo tenersi siccome dipendenti da azione catalitica, e che procedono da quella induzione o attuazione elettrica da me ricordata qui sopra. La fermentazione alcoolica, com'egli ne assicura, non ebbe effetto o fu languidissima a contatto di alcuni corpi, e segnatamente del rame e dell'ottone, che valsero, com'egli dice, a cangiare lo stato elettrico del lievito, quello stato perchè esso vale ad indurre la fermentazione alcoolica. Così il latte tardava a raprendersi a norma de' vasi in cui esso era contenuto. Or chi non vede come questi fatti si debbano comprendere nel novero di quelli che il Berzelius ascrive all'azione catalitica? In vero consistono essi in rimutamenti procurati dall'influenza di corpi che non entrano ne' nuovi composti, e che in fine non esercitano veruna azione chimica. Così d'altra parte non si può a meno di consentire che gli effetti osservati dal Boucharlat si debbano, appunto com'egli opina, all'azione elettrica de' metalli, a contatto de' quali egli ha fatto che si operino le predette fermentazioni. Comunque però egli sia di tutto questo, le precedenti cose valgono a far conoscere come le secrezioni, la produzione di tanti diversi umori, forse una delle più misteriose azioni dell'organismo, anzi che ad altro, abbiano a ripetersi da una delle forze generali de' corpi; con che molta luce si sparge su di un argomento fin qui coperto da molta oscurità. Così tutto ciò che un tempo immaginavasi intorno al modo di agire delle glandole e degli organi separatori in generale, si vide non essere quanto occorre a rendere ragione de' tanti cambiamenti che soffrono gli umori animali e della loro elaborazione; per lo che i più considerati tra' fisiologi non isdegnarono confessare l'incertezza che, malgrado le diverse ipotesi ideate ne' diversi tempi, rimase tuttavia su questa funzione della vita. Non dirò che il supporre le secrezioni opera dell'azione catalitica e quindi dell'elettricità ne disveli tutto il mistero; ma certo ove trattisi di decomposizioni lente e continue il rivolgersi ad influenze elettriche è ciò che

(1) Ann. ch. et phys. t. 53. p. 299.

sembra più che altro conforme alla ragione e sostenuto dall'analogia. (1)

313. E la considerazione de' fenomeni della vita e de' diversi umori che ne' corpi viventi si formano continuamente, anche per altra via ci porta a riconoscere nell'elettricità la causa di tanti rimutamenti che, non potendosi assegnare di essi alcuna plausibile cagione, si erano attribuiti alla vitalità; con che, siccome è manifesto, non si rendeva ragione del fatto meglio di quello che si fece co' principii attivi supposti da Erodoto, colle forze arcane de' filosofi della natura e simili altri prodotti dell'immaginazione; null'altro in fine accagionando di sì variate produzioni che una forza ignota. Quindi li sigg. Dumas e Prevost, ripetutamente citati, meglio intesi perciò a ricercare le cause di cotali effetti che si operano negli esseri viventi (2), analogamente ai principii del Becquerel, nelle reazioni de' diversi organi fra loro, desumendone l'analogia dal piliere, credono vedere, e con fondamento, la causa delle secrezioni in generale, sia degli umori escrementizi, sia de' recrementizi, e la causa parimente dell'acidità di alcuni umori, l'alcalinità degli altri. Come la pila, così avvisano essi, vale a separare da un liquido le materie acide od alcaline, altrettanto sembra aver luogo per le azioni suddette nel sangue; dal quale alcuni umori si separano ricchi di principii alcalini, altri dotati di acidità; e ciò in modo che, come avviene pure per la elettricità artificiale, « le secrezioni acide non possono manifestarsi senza che ne risulti a un tempo una secrezione alcalina corrispondente. » Per lo che essi riguardano come possibile l'imitare per l'arte le principali condizioni delle secrezioni; e quindi potere col mezzo della pila separare dal sangue un liquido analogo al latte (uu). Nè mancano osservazioni dirette le quali vengano in sostegno di tutto questo. Tali sono fra le altre quelle, già note abbastanza, del Brodie e del Wollaston (vv) intorno all'influenza dell'elettricità sulle secrezioni animali. Oltracciò omai sa ciascuno che il sapore che si prova nel portare a contatto della lingua due diversi metalli in comunicazione fra loro, da null'altro procede che

(1) V. la mia Nota sull'azione catal., Effem. Sicil. n. 78. p. 161.

(2) Edwards, l. c. App. p. 575.

dall'essere promosse perciò due diverse secrezioni: alcalina l'una, acida l'altra; questa al contatto del polo positivo, quella alla parte opposta. Chi non sa parimenti di quanto l'elettricità favorisca la traspirazione? Io stesso ebbi a convincermi di questo su di un infelice fulminato; in cui, come spesso accade, si manifestò un copioso sudore, sì che gli astanti concepirono speranza ch'egli tornasse alla vita. Il Westring crede che si possa comparare l'azione dell'elettricità nell'rianimare l'attività della pelle all'orticazione (1). L'Alibert (2) riferisce molti casi in cui l'elettricità valse a promuovere o ad aumentare la traspirazione non solo, ma lo scolo eziandio dell'orina, la separazione della saliva, il corso ordinario de' mestruj; quanto a questi ultimi riferendo egli una notevole osservazione dell'illustre fisiologo italiano, Ben. Mojon ed altre del Manduyt. Il Darwin assicura parimente di avere col soccorso dell'elettricità riordinata la separazione della bile (3). Si sa pure che l'azione della pila rende più viva la luce degl'insetti luminosi; la quale debbesi non meno collocare tra gli effetti fisiologici. Alle quali cose aggiungerò da ultimo alcune osservazioni del Matteucci, come quelle che a mio avviso più direttamente delle altre servono a validare quanto si è detto intorno all'azione dell'elettricità nel dar motivo alle secrezioni. Primieramente egli vide che, applicando i due poli di una pila sulle piaghe fatte ai lati dell'addome di un coniglio, in quella a contatto col reo-foro positivo si separava dell'acido lattico; e nell'altra piaga, che risentiva l'azione dell'altro polo, manifestavasi una sostanza alcalina. Da ciò egli si fece strada ad altre ricerche intese a verificare quelle del Woehler. Avendo egli nutrito per molti giorni un coniglio con crusca impregnata da una debole soluzione de' solfato di ferro e di rame, e quindi avendo introdotta nel suo stomaco una soluzione carica di questi sali, ciò che determinò la morte dell'animale; sezionatolo, osservò egli che il ferro ed il rame trovavansi nella bile; de'quali al contrario era scevera l'orina. All'opposto quest'ultima dava un abbondante precipitato col eloruro di bario, mentre si videro appena debolissime tracce della presenza dell'acido solforico

(1) Alibert, *Élém. de Thérap.* t. 2. p. 473.

(2) L. c. p. 432. et s.

(3) *Zoonom.* sez. XXX. l. 2.

nel residuo della bile calcinato in crociuolo di platino e disciolto. Dalle quali osservazioni si ha a concludere, come egli fa, « che de' centri di affinità contrarie esistono nel fegato e « ne' reni, poichè una sostanza respinta da uno di questi è in « vece attratta dall'altro. Or sa bene ognuno, continua egli, « che affinità contraria vale stato elettrico contrario » (1). In fine gioverà ricordare quelle osservazioni del predetto fisico italiano e del Donné; i quali videro gli organi de' corpi viventi godere di diversi stati elettrici, ed esistere anzi delle correnti elettriche sommamente energiche per entro a' corpi medesimi; nel qual fatto essi pienamente concordano, sebbene dal primo si voglia, analogamente a ciò che si disse di sopra, ascrivere a ciò la condizione acida od alcalina de' diversi umori che si separano dagli organi animali, mentre dall'altro si avvisa essere la predetta condizione acida od alcalina degli umori ciò che determina si fatte correnti (2). Potrebbero in vero molte almeno delle osservazioni fin qui discorse tenersi in conto di fatti i quali non valgano a provare in modo diretto che l'elettricità sia quella che regola i fenomeni organici e la esistenza delle correnti per entro a' corpi viventi; e ciò conformemente a quanto con molta severità di giudizio si nota dalli ch. signori prof. Pucinotti e Pacinotti (3). Pervenuti però questi a dimostrare per esperimenti diretti la esistenza della corrente vitale, e per quanto a me pare, colla migliore evidenza; ciascuno comprende come le precedenti cose acquistino perciò un tanto maggior valore, e quindi possano ora riguardarsi come decisive. Meriterebbero in vero gli esperimenti da questi due illustri italiani istituiti ed i corollari da essi desunti di essere qui riferiti. Egli è a credersi però che questo loro scritto si renda per la sua importanza comune a modo tra' fisici, che il favellarne a lungo abbia a trovarsi superfluo.

314. E ciò che l'elettricità produce negli animali dando cagione alle loro secrezioni, convien credere che essa faccia non meno nelle piante. Vedesi in fatti per le cose dette di sopra (§. 291.) che essa rende più vigorosa la vegetazione e

(1) Ann. delle Sc. t. 2. p. 326.

(2) L'Institut. 2.^a Ann. p. 38. 343. 346.

(3) Experien. sull' esistenza e le leggi delle correnti elettro-fisiologiche, Pisa 1839.

ne affretta la germinazione e l'accrescimento; ciò che non potrebbe farsi senza promuovere a un tempo le ordinarie secrezioni e gli altri fenomeni della vita vegetale. Sono d'altronde tante più ristrette le funzioni delle piante e così poche sono le ricerche istituite fino ad ora in su di queste funzioni medesime, che non è maraviglia se poco è dato a dirsi intorno ad esse. Possono non pertanto addursi all'uopo le considerazioni del Becquerel; il quale, comechè, secondo ciò che avvertivasi di sopra (nota cc), tenga in poco conto le cose asserite da' fisici ivi menzionati, crede almeno probabile che la capillarità dei vasi delle piante possa dar cagione ad azioni elettriche atte a procurare la combinazione delle parti che in essi trascorrono; effetti che sono da essolui perciò denominati elettro-capillocchimici. Egli similmente fa vedere come le forze elettriche valgano « ad operare le reazioni chimiche che debbono reagire « sulle piante »; che ciò è cagione della presenza in esse dell'azoto. In fine egli riduce le composizioni e decomposizioni che hanno effetto nella germinazione e nella vegetazione ad azioni elettrochimiche; essendosi per l'esperienza assicurato che veramente per la germinazione avvi reazione chimica, se perciò ha effetto la produzione di un acido; ciò che accade anche ne' bulbi, gemme, foglie. La qual cosa, al credere di lui, convalida la sua supposizione intorno al considerare il seme come un apparecchio elettro-negativo (1). Le quali cose rispetto ai semi ed ai bulbi possono, siccome ognun vede, facilmente concordarsi con quanto si disse di sopra (§. 312.).

315. Tutte le quali osservazioni intorno agli effetti maravigliosi dell'elettricità, oltre tutto quanto su di ciò si è detto al Cap. VII., portano a tributare il dovuto onore alla memoria del Delametherie; il quale assai tempo prima che la scienza si arricchisse di fatti così decisivi, seppe scorgere in quest'agente poderosissimo della natura la causa delle più recondite operazioni della natura stessa. Ragion vuole però che similmente, rispetto a' fenomeni dell'organismo, si ricordi il Darwin; tanto più che questo mi darà motivo ad osservazioni che si riferiscono ad alcuni de' suoi principii, che meritano di essere presi ad esame. « L'analogia, così egli diceva, della struttura del

(1) Ann. ch. et phys. t. 52. p. 240.

« cervello a quella del pancreas e d'alcune altre glandule del
 « corpo ha fatto credere agl'indagatori di queste materie, che
 « per mezzo del cervello si separi dal sangue un fluido forse
 « ancor più sottile dell'aura elettrica, il qual fluido serve ap-
 « punto a produrre nel sistema e movimento e sensazione (i
 fenomeni del senso egualmente che quelli del moto vengono
 dall'autore ridotti alla contrazione; (vedi sopra §. 311). E ve-
 « ramente, riflettendo che la torpedine e il ginnoto elettrico
 « accumulano di fatti nel loro corpo, o scaricano volontaria-
 « mente il fluido elettrico esso stesso; riflettendo che per mezzo
 « del fluido elettrico si ottiene sovente di far muovere le mem-
 « bra paralitiche; e finalmente che non v'abbisognano già tubi
 « percettibili per trasportare questo fluido; avuto poi anche
 « riguardo alla singolare figura del cervello e del sistema ner-
 « voso, la quale sembra mirabilmente acconcia per distribuirlo
 « ad ogni parte del corpo, quest'opinione non par essere del
 « tutto destituita di probabilità » (1). Il perchè si vede che
 l'autore, ed egli forse in parte alludeva ai pensieri del De-
 lametherie, considerando i fenomeni della economia animale,
 seppe scorgere in essi, per quanto lo stato della scienza conce-
 dealo allora, talune di quelle verità che le osservazioni di sopra
 riferite, e segnatamente quelle de' signori Dumas e Prevost che
 riguardano la contrazione muscolare, posero in luce dappoi. Lo
 che appunto presta argomento ad escludere un'apparente discre-
 panza che il filosofo scozzese fa rilevare fra i movimenti animali
 ed i movimenti comunicati; la quale consiste in ciò, che i
 primi, al dire di lui « non hanno meccanica proporzione alla
 loro causa. Lo che in vero sussiste nel modo che viene da es-
 solui annunziato, ma non per questo risulta da ciò che i mo-
 vimenti animali si distinguano da quelli della materia rude,
 siccome potrebbe credersi a prima giunta. Conciossiachè lo
 stesso si osserva ne' fenomeni fisici (§. 96.) della pila e nei
 fenomeni elettrici in generale; chè certo gli effetti dell'elet-
 tricità non serbano alcuna proporzione coll'attrito, col contatto
 o l'avvicinamento di due corpi; nè i movimenti di rotazione
 del mercurio o d'altri metalli fluidi col contatto de' reofori.
 Nè questa parità va soggetta ad obiezione alcuna, se, come si

(1) Zoonom. Sez. II. II. 2.

è toccato di sopra, la contrazione della fibra animale non è che un effetto elettrico. E così, ammesso un tale principio, se il Darwin poté a' di suoi asserire che quello ch'egli chiama *spirito d'animazione* o *sensorio*, *sperso per tutto il corpo non può essere conosciuto dai nostri sensi eccetto che per mezzo de'suoi effetti*; consistendo esso nell'azione elettrica, può dirsi all'opposto ch'esso si conosce pe' nostri sensi nel modo stesso che il calore e la luce, che parimente si conoscono pe' loro effetti, senza presumere però di penetrare con certezza l'esistenza della loro causa.

316. Le cose precedentemente discorse tendendo a mostrare come le forze medesime e regolate dalle leggi stesse abbiano impero tanto sui corpi viventi, quanto su di ciò che si distingue col nome di materia rude o morta; gioverà almeno a togliere la prevenzione che sta nella mente di molti contro un tale principio il far vedere come lo stato di vita non sia essenzialmente distinto da quello che dicesi di morte (chè a ciò richiederebbersi una diversità di cause); ma doversi in vece considerare come due distinti modi, o due diversi effetti prodotti dalle cause medesime, resi soltanto varii nelle loro apparenze dalle circostanze che li determinano. Quell'apparenza che a prima giunta induce sopra tutto a considerare questi due stati siccome essenzialmente diversi fra loro, ella è quella condizione di disfacimento, di putrefazione a cui i corpi viventi vanno soggetti dopo la morte. Ma a ben mirare la cosa, ciò non costituisce che una mera apparenza. I corpi tolti alla vita, e ciò dicasi del pari de'vegetali e degli animali, si risolvono, è vero, ne' loro elementi; ma che i corpi si scompongano, cioè ch'essi tendano a vestire altre forme, è ciò che necessariamente debbe accadere a' corpi sottoposti ad altre circostanze, come talvolta avviene pur anco ne' minerali. Gli agenti esterni non trovando più in loro, come si dirà in appresso, quelle azioni che si esercitano nel corpo vivente e che costituiscono la vita organica (e le azioni elettriche bastino per tutte) (xx), valgono perciò ad agire in tutta la loro possa; e gli elementi de' corpi organici, consistendo segnatamente in sostanze che tendono a vestire l'abito aeriforme, non è maraviglia se una così fatta tendenza si compia, sopra tutto se trovinsi esposti all'azione dell'atmosfera.

317. Quanto alla putrefazione de' corpi animali dirò primo: che non tutti vanno soggetti ad una tale alterazione; secondo, ch'essa in certa guisa si compie anche sotto l'influenza della vita. Passano alla putrefazione quelli che abbondano di azoto, poichè questo dà origine all'ammoniaca. Il contrario accade in quelli che mancano o sono poveri di un tale principio. Così il grasso, che n'è privo, non concepisce la putrida fermentazione. Così la cera delle api, che secondo le osservazioni dell' Huber, sembra un vero prodotto di questo insetto si conserva inalterabile; e così fanno in generale i corpi grassi che si traggono dagli animali. Il letame delle stalle, benchè ricco di principii animali, se non sia frammisto ad altre sostanze, e comechè esso abbondi di azoto, non passa alla fermentazione predetta, siccome, oltre le osservazioni dei chimici, lo prova la salubrità delle stalle medesime (1). Ed anche rispetto a que' corpi che d'ordinario sottostanno a quest'alterazione, cessa essa o viene impedita ove altre circostanze concorrano (nota prec.). Essa dunque non è essenziale nelle sostanze animali, nè è un effetto necessario della morte. Si sa che in alcuni sepolcri furono rinvenuti de' cadaveri indecomposti (yy); si sa pure che altrettanto avviene in molti luoghi, nelle sabbie ardenti della Libia, quantunque il calore sia favorevole ad una tale decomposizione; si sa in fine l'effetto del cloro e de' suoi preparati. Ciò mostra quanto mal si ragioni allorchè, mirando la cosa troppo superficialmente, identificansi queste due idee: la morte e la putrefazione degli animali; le quali non solo non sono identiche fra loro, ma neppure può dirsi che l'una sia il necessario effetto e la conseguenza necessaria dell'altra. La putrefazione, in que' corpi che ne sono capaci, non è che l'effetto della cessazione di quelle cause che costituiscono la vita; ciò che è ben altro a dire; nel modo stesso che la fermentazione acetica di un liquore vinoso non è la conseguenza della condizione alcoolica, ma l'effetto della cessazione delle cause che produssero quest'ultima, o dell'influenza di nuove cause. Cessa la vita degli animali o perchè la compage de' loro elementi è turbata, o perchè alcuna delle essenziali funzioni è impedita. In ciascuno di questi

(1) Seguin, Ann. ch. t. 89. p. 271.

casi le loro parti, non più soggette all'incessante azione elettrica dell'encefalo, non più ossigenate dalle due respirazioni polmonare e cutanea, non più spogliate perciò del loro acido carbonico cc., debbono agire fra loro, sempre per le stesse forze chimiche, ma con risultamenti diversi, perchè sottoposte a diverse condizioni. Per le quali cose si vede che, ove si dica, come d'ordinario si suole, che ne' corpi viventi si operano quelle funzioni, secrezioni ec. che sono proprie di tali esseri, perchè appunto essi vivono; che la putrefazione ha effetto ne' corpi estinti, perchè in essi cessò la vita, si cambia la causa in effetto. Al contrario si ha a dire che un essere è vivente perchè in esso si effettuano quelle operazioni che convengono a sì fatto stato; che un corpo è morto perchè in esso hanno luogo altre operazioni; le quali costituiscono ciò che noi diciamo decomposizione cc. (zz). Così il Pelletan nel suo *Dictionnaire de Chimie* (1) dice: « On peut concevoir natu-
« rellement la putrefaction en considérant que les composés
« quadruples ou quintuples qui constituent les 'matières ani-
« males ne sont retenus dans cet état extraordinaire de com-
« position que par les circonstances toutes particulières où
« elles se trouvent pendant la vie, et sans recourir à l'in-
« fluence occulte d'une force vitale qui résiste aux affinités
« chimiques ordinaires; il suffira de remarquer que pendant la
« vie, les fluides qui pénètrent en grande quantité les tissus
« animaux se renouvellent sans interruption, et qu'il en est
« peut être de même de chaque molécule des parties solides,
« tandis que dans la matière animale morte, tout mouve-
« ment a cessé, les élémens restent en contact, et peuvent à
« loisir réagir les uns sur les autres. »

318. Dopo di che resta a dirsi di quelle decomposizioni che si operano sotto l'influenza della vita, ma che pur tuttavia sono, se non del tutto identiche, prossime almeno d'assai a quelle che si riguardano siccome proprie de' corpi estinti. Della qual cosa prestano esempi tanto il regno vegetale quanto l'animale. Le varie fermentazioni stando alle piante ciò che la putrefazione sta agli animali, accennerò primieramente come la fermentazione alcoolica al credere del Mirbel, abbia almeno

(1) T. 2. p. 437.

incominciamento ne' semi che germogliano; la quale, se non progredisce, egli è perchè l'azione della luce, che agisce sulla plumula, dà cagione ad altri prodotti (1). E che la formazione dello zucchero, primo passo forse alla fermentazione spiritosa, abbia realmente effetto nella germinazione di alcuni semi, si è veduto di sopra (§. 312); ove a ben considerare la cosa, ciò si opera per un processo analogo a quello delle fermentazioni in generale: cioè per la presenza e l'azione catalitica di una sostanza che determina questo effetto. Il Fourcroy ed il Vauquelin credettero similmente che la manna si formi nelle piante per la fermentazione acetica dello zucchero (2); e la fermentazione acetica costituisce uno degli ultimi stadii della decomposizione de' corpi vegetali, innanzi ch'essi risolvansi ne' loro elementi. Nel frutto della *Diospyros virginiana*, per poco ch'essi sieno intaccati, si stabilisce tosto una fermentazione tale che nel giorno appresso non sono più buoni a mangiarsi; e la stessa alterazione accade in essi soltanto se vengano scossi sulla pianta, quantunque vi restino attaccati (3). E poichè l'ammoniaca si riguarda come il prodotto particolare della fermentazione putrida, è a notarsi com'essa si trovi bella e formata in alcune piante. Ne sieno d'esempio la segale cornuta (4), il *Lepidium iberis*, *Bunias cakile*, *Sinapistrum polygama* (5), *Chenopodium vulvaria* (6). Nè ciò si restringe alle piante; che l'ammoniaca si trova nel pus; sostanza nel restante di molto analoga al latte quanto alla sua composizione, e costituita di globuli, al pari degli altri umori animali (7).

319. Quanto alla putrefazione negli animali ricorderò qui come nella prima edizione di questo mio scritto io accennassi alla cancrena, come a quella operazione che fa conoscere in essi il primo passo almeno alla putrefazione. Ora ecco come quell'ill.

(1) *Élém. de physiol. veg.* t. 1. p. 75.

(2) *Ann. du Mus.* t. 10. p. 313.

(3) *N. Dict. d'Hist. nat.* t. 26. p. 566. 2.^a edit. *Dict. Sc. nat. art. Plaqueminier.*

(4) Vauquelin *Ann. du Mus.* t. 3. p. 207.

(5) Descourtils, *Fl. med. Antil.* tab. 194. 198. 200. 203.

(6) *Jour. de Pharm.* t. 10. p. 100. *Ann. Sc. nat.* t. 1. p. 444.

(7) Gmelin, *Chim. org.* p. 154; Dumas *Ann. Sc. nat.* t. 9. p. 370. nota; Turpin, *Ann. Sc. nat.* 2. ser. *Zool.* t. 7. p. 208.

patologo italiano ripetutamente menzionato in questo capitolo si esprime a tale proposito. E questo avrà certo più valore che non potrebbe averne qualunque mio pensiero, trattandosi di concezioni di chi seppe con tanta profondità considerare le alterazioni della mistione organica; e tanto più ch'esse furono dedotte a tutt' altro oggetto. Parlando della putrefazione in generale, dic' egli: « quantunque nel corpo umano non possa « mai durante la vita effettuarsi una vera putrefazione, si dispone tuttavia la materia organica a un così fatto processo, e « in qualche modo comincia ad essere in preda del medesimo (1); » lo che in vero si scorge in ciò che or ora si è detto della esistenza dell' ammoniaca nel pus. E facendosi egli poscia a trattare della cancrena, soggiunge. « Se poi l' infiammazione trapassa nella cancrena, la parte può dirsi morta, prima ma che la malattia abbia compiuto il suo corso; e allora in « vece di quella digestione, che è tutta opera della chimica « vitale, si è generato uno scomponimento organico comandato « da leggi più proprie della comune chimica (2). » In altro luogo poi della sua opera medesima esclude egli l' opinione che procederebbe dai principii dello Sprengel, cioè che la cancrena e lo sfacelo e le ulcere abbiano a tenersi come stati indipendenti dall' organismo; sostenendo in vece ch' essi « sono scomponimenti regolati dalle azioni vitali » (3). Così nel *Dictionnaire abrégé des Sciences médicales* (4), in prova che la putrefazione non è indizio della cessazione della vita, si riferisce che alcuni individui, quantunque sulla loro pelle si vedessero già delle macchie violette, o ch' essi già tramandassero un odore infetto, non pertanto camparono da morte. Le quali cose, come si vede, veugono in conferma di quanto io stesso avvisai, e provano che un processo di putrefazione analogo, se non del tutto identico, a quello che si opera ne' corpi estinti ha effetto ne' corpi viventi e sotto l' influenza delle azioni vitali. Non è dunque lo stato di vita, come si disse di sopra, essenzialmente distinto da quello di morte, e perchè l' uno e

(1) Patol. anal. t. 2. p. 229.

(2) L. c. t. 2. p. 665.

(3) L. c. t. 1. p. 100.

(4) T. 13. p. 473.

l'altro sono soggetti alle azioni medesime, e perchè gli effetti si confondono in ambedui tali stati.

320. E se per le cose predette si vede ne' corpi viventi aver luogo alcuni di quegli effetti che si giudicano peculiari de' corpi estinti; altri fatti chiariscono in questi ultimi accadere talvolta di que' fenomeni che si riguardano come l'opera della vita. Tale è la digestione che l' Hunter da prima e poscia il North, che validò le osservazioni del primo, e finalmente il Rasori videro continuare nello stomaco di alcuni individui anche dopo la loro morte (1). E come di cosa analoga dirò pure essersi osservato che l'azione afrosiastica delle cantaridi si printrae talvolta negli estinti (2). Al quale proposito merita di essere riferito il caso non ha ancora molto osservato nell'ospedale di Paderborn, narratoci dallo Schmid (3). Un giovane entrato in quello spedale con alcuni segni di tischezza, senza presentare però decisi caratteri di questa malattia, pel corso di 19 giorni, dal momento in cui egli esalò l'ultimo respiro, non soln non offrì verun segno di morte, ma di più mostrò alcuni fenomeni tali da far credere che nel suo cadavere continuavano ad operarsi alcune azioni proprie della vita organica. I suoi labbri al 18.º giorno serbavano il loro colore, le sue membra la naturale pieghevolezza, la sua faccia non aveva menomamente l'aspetto cadaverico; ma ciò che più monta si è questo, che il giorno stesso della sua morte si videro i suoi occhi aprirsi improvvisamente, ed alcune irregolari pulsazioni si fecero sentire per alcuni minuti. Fattesi perciò delle cauterizzazioni onde richiamarlo in vita, le ferite supurarono il 2.º 3.º e 4.º dì. Nel 5.º giorno le sue mani si rivolsero addietro. Dal 5.º al 9.º giorno un abbondante sudore spoglio di ogni cattivo sentore coprì la metà del cadavere; verso il fine del 9.º giorno apparvero su una gran parte della regione dorsale delle bolle simili a quelle del *pemphigus*. Il 19.º giorno il cadavere fu posto in una camera riscaldata senza che ciò desse cagione a veruna trista esalazione, nè alcuna lividura si notava su veruna parte del suo corpo. Scorse tre settimane egli fu tumulato. Li quali fenomeni osservati in questo cadavere, non

(1) Ann. ch. t. 95. p. 332. Teor. della flagosi p. 167.

(2) Bull. de Pharm. t. 5. p. 211.

(3) Dubl. Jour. of med. and Chem. Sc. Vol. v. n.º 14. p. 304.

solo provano ciò che qui si vuol dimostrare: cioè che ne' corpi estinti continuano ad operarsi alcuni effetti propri dello stato di vita; ma convalida a un tempo quanto si disse di sopra (§. 317): che la putrefazione non è una conseguenza necessaria della morte, se per 19 e più giorni essa non ebbe effetto. Finalmente quel morbo terribile che ha in questi ultimi anni mietuto sì immensa numero di vittime, ne offre un fatto de' più concludenti. Io intendo di que' convellimenti o contrazioni de' muscoli dell' addome e degli avanbracci che in quegli individui che soggiacciono a questa malattia devastratrice veggonsi anche dopo morte continuare or più or meno, e per sino per alcune ore, se si creda a quanto si asserisce dal Dott. G. Battilana (1). Qualunque sia la etiologia che voglia assegnarsi di un tale fenomeno; che che possa in seguito dirsi intorno a ciò, egli è questo un argomento che non saprebbe contraddirsi, comprovante che anche dopo la morte continuano alcune azioni vitali, sia di vita organica, sia di vita animale; lo che qui non importa il decidere. Una prova in fine della vitalità superstita ne' corpi estinti ci offre il Marianini. Essendosi egli assicurato che le rane nel loro stato di vita sono dotate di una forza riparatrice contro gli attacchi della corrente elettrica, sì che pel riposo esse riprendono la facoltà di contrarsi, che avevano perduta per essere state lungamente sottoposte alle commozioni voltiane; ebbe poi a convincersi che questa forza della vita sussiste in esse anche dopo la loro morte; imperocchè analoghi effetti del riposo egli vide nelle rane preparate (2).

321. Dalla somma delle cose considerate in questo capitolo risultando le stesse cause agire ne corpi organizzati del pari che negl'inorganici, non più avrà duuque a considerarsi qual cosa che distingue gli uni dagli altri, siccome opinava il Lamarck (3), quella forza particolare che ne' primi sostiene la vita e che in essi è cagione di moto. Tacerò d'altra difformità da essolui rilevata, dipendente dall'essere i corpi organizzati riprodotti o da un germe o da una gemma, credendomi io che le considerazioni di già accennate sulla generazione spon-

(1) Meli, Il Chol. asiat. in Italia p. 147.

(2) Ann. ch. et phys. t. 56. p. 398. e s.

(3) Op. cit. l. 1. p. 381.

tanea bastino all'uopo; e tanto più che lo stesso Lamarck è fra quelli che validamente sostengono questo modo di riproduzione de' corpi viventi.

322. Merita pertanto che si prendano a considerare alcune note per le quali, al dire dell'Adelon (1), si distinguono i corpi organizzati dagl'inorganici. Intorno a che conviene innanzi tratto osservare che talune delle cose da essolui avvertite null'altro sono che espressioni dell'ordinario modo di esistere di tali corpi (e forse a ciò egli stesso intese), valevoli certo a farci discernere gli uni di questi corpi dagli altri, ma che non costituiscono in verun modo differenze essenziali, per le quali questi sieno distinti da quelli; delle quali cose sarebbe superfluo il prendere qui a ragionare distesamente. Tale si è la forma e la statura costante degli animali e delle piante considerate nelle loro specie; la composizione chimica più semplice negl'inorganici; l'eterogeneità della massa de' corpi organizzati; l'omogeneità di quella de' minerali; il tessuto speciale de' corpi organici. Intorno alle quali cose può aver luogo però l'accennare che la forma e statura non è negli animali e nelle piante così costante come forse può a primo aspetto giudicarsi; imperocchè, quand'anche non si voglia far ricorso a quell'opinione che espressero illustri naturalisti, cioè: che quelle che da noi si considerano siccome specie degli animali e delle piante non sieno che alterazioni de' tipi originari de' generi e fors'anco delle loro famiglie; possono con miglior fondamento ricordarsi le alterazioni a cui le piante e gli animali soggiacciono per le variazioni di clima, di circostanze ec. Le considerazioni del Brongniart sui vegetabili fossili ei fanno conoscere che a quello eh'egli chiama primo periodo della vegetazione, corrispondente alla formazione de' terreni a carbon fossile, appartengono piante le quali, comechè facenti parte delle famiglie degli equiseti, delle felci, de' licopodi, in molti punti della loro organizzazione e sopra tutto nella loro statura gigantesca diversificano dalle specie che vivono attualmente (2). Ed ove si voglia seguire quel principio del Cassini, che « L'ineguaglianza delle

(1) *Physiol. de l'Hom.* t. 1. p. 9.

(2) *Ann. Sc. nat.* t. 15. p. 233. V. pure *Al. De Candolle*, *Edinb. new Phil. Jour.* n. 35. p. 88.

« forze d'accrescimento è l'unica causa della prodigiosa varietà delle forme vegetali » (1), tanto più facilmente comprenderassi non potere le forme delle piante considerarsi sì costanti come si avvisa dall' Adelon; perciocchè cotali forze sono per molte ragioni atte a variare. Intorno a che meritano di essere qui ricordate le considerazioni del Geoffroy Saint Hillaire presentate all' Accademia R. delle Scienze di Parigi nell'adunanza del dì 22. settembre 1834., comprovanti le alterazioni cui le piante soggiacciono per le variazioni di temperatura, di clima, di terreno, per la luce, acqua, elevazione del suolo ec. (2). Chi non conosce le alterazioni, le metamorfosi delle parti de' vegetali che inducono la coltura e la sovrabbondanza di nutrimento? Gli stami si cangiano in petali, i petali ed anche gli stami in foglie ec. Si sa che il Raspail fu portato a credere, in seguito delle sue osservazioni sulle graminacee, che il frumento risulti dalla trasformazione dell' *Aegilops squarrosa*, che il Latapie di Bordeaux aveva già veduto trasmutarsi nel *Triticum caninum*. Una di sì fatte metamorfosi si è ora osservata nell'avena (*Avena sativa*) la quale si cangia in segale (*Secale cereale*); fatto che si può al presente asseverare senza dubbio alcuno; poichè si sono in su di ciò ripetute osservazioni bastevoli a convincerne coloro che dapprima si mostrarono restii a prestar fede all'annunzio di cosa sì straordinaria ed importante; e poichè a tale effetto si sono poste innanzi ad essi de' culmi di segale che sorgevano da un cesto (*caudex*) che mostrava tuttavia le foglie secche d'avena dell'anno precedente (3). Fra le alterazioni che accadono negli animali, oltre quelle note già abbastanza, provenienti dal cangiar essi di clima, come or ora si è detto, dal passare dallo stato di salvatichezza a quello di domesticità, e quelle che al sentire di alcuni geologi in essi accaddero nella successione dei secoli, senza favellar qui di tutto quanto potrebbe suggerirci quella ipotesi sull'unità e sull'analogia di composizione che debbe tanto allo stesso Saint Hillaire; mi restringerò qui a notare quelle recentemente osservate dal Fischer nella *Paedi-*

(1) Dict. Sc. nat. t. 34. p. 236.

(2) L' Institut. 2. an. p. 314.

(3) Eco du monde sav. 1839. n. 401. p. 11.

sca Parmatana. Le sue varietà ottenute per la educazione si sono vedute da lui differire essenzialmente fra loro allontanandosi in una maniera notevole dalla specie che costituisce il loro tipo (1). Nè può dirsi d'altronde la forma de' minerali tutt'altro che costante; imperocchè la figura de' cristalli si vede seguire leggi certe; nè può a mio credere trarsi alcun argomento dai corpi amorfi, se essi si hanno piuttosto a riguardare come corpi in cui per l'intervento di alcune circostanze non poterono avere effetto quelle leggi che li avrebbero altrimenti portati a forme regolari. Oltre di che le forme secondarie sono sì strettamente legate alla forma primitiva, ed anche fra loro, che non possono esse considerarsi al tutto differenti le une dalle altre. In fine si sa per le ricerche del Beudant come le diverse circostanze che accompagnano la formazione de' cristalli siano quelle che valgono ad alterare le forme secondarie dei cristalli medesimi, mi si permetta il dire, come la mancanza di luce, l'accrescimento di nutrimento fanno variare notabilmente la forma delle piante (§. 289.).

323. Più semplice, nol niegherò, si è in generale la composizione de' corpi inorganici. Alcuni minerali però ne prestano l'esempio di corpi di una composizione più complicata che non è quella delle sostanze organiche; e questo basta perchè da ciò non possa trarsi alcun principio generale e costante, e quale occorrerebbe per dedurne una differenza essenziale fra queste due classi di corpi. Esempio ne sieno il pirosseno, l'antibola, la domite, lo schillerspath, la lepidolite, il nuovo minerale trovato a Fahlun composto di 12. principii semplici (2). E questa complicazione nella composizione de' minerali non isfuggì alla perspicacia d'illustri chimici, che, applicando ad essi i principii della stechiometria, avvisarono doversi alcuni minerali considerare siccome composti d'altri minerali più semplici, quasi come d'altrettanti materiali immediati, come appunto si è fatto de' corpi organici. Possono a tale effetto tra le altre vedersi le ingegnose indagini del Beudant riferite negli *Annales de Mines*, 2. Livr. 1829., su alcuni de' minerali or ora menzionati e su altri ancora. Le quali sostanze, ed in particolare le prime da

(1) L' Institut. 2. an. p. 341.

(2) Ann. des min. 2. Livr. 1829. p. 315.

me qui ricordate, non che quelle menzionate di sopra (§§. 122. 123.), ci convincono a un tempo non essere la composizione chimica de' corpi minerali sì costante come asserisce l'Adelon (1), nè potersi i cambiamenti di composizione che in essi accadono aversi al tutto in conto d'eventuali. Similmente consentirò io che in generale la massa de' corpi organici presenti della eterogeneità ne' suoi principii. Ciò però non si avvera costantemente. I polipi e gl'infusori, fra gli animali (§. 284. nota γ) sono abbastanza omogenei nella loro massa. E queste due classi di animali ci prestano argomento per escludere altra disparità fra gli esseri organici ed inorganici, sopravvivendo essi alla separazione del loro corpo; ciò esclude, io dico, il carattere distintivo indicato dall'Adelon, ov'egli dice che le parti componenti de' corpi organici non possono esistere che unite a tutto l'essere vivente. Nè solo essi sopravvivono a questa separazione de' loro corpi artificialmente operata; ma questo costituisce, ciò che sommamente importa, il loro ordinario modo di riproduzione. Ed egli potrebbe qui ricordarsi come la vita degli animali, non escluso l'uomo, persista per qualche tempo ne' decapitati. Assicurasi che alcune tartaruche vissero sei mesi dopo di essere state decollate (2).

324. Quanto a ciò che riguarda l'individualità, che l'autore rispetto agli animali vuole che si consideri nella intera massa dell'individuo; quanto alla forma angolare, ch'egli dice esclusiva de' minerali; quanto alla generazione spontanea, all'*intus-susceptio*, sembra a me di aver detto abbastanza nel corso di questo capitolo, perchè qui occorra favellarne di nuovo.

Dopo di che volendosi prendere ad esame altri argomenti messi in campo dall'Adelon onde mostrare alcune essenziali differenze fra i corpi organici ed i minerali, ricorderò qui quanto si disse di sopra delle alterazioni cui soggiacciono i minerali nel seno della terra, de' cristalli epigenii e pseudomorfi (§§. 256. 257.) onde far conoscere non sussistere veramente ciò che si dice dal predetto fisiologo intorno alla decomposizione de' corpi; la quale, al dire di lui, ha ne' minerali sempre incomincia-

(1) L. c. p. 12.

(2) V. a tal'e proposito una Mem. di J. Fontanelle, L'Institut. 1. ann. p. 174. Atti della prima Riunione degli Sc. Ital. p. 190.

mento alla superficie; oltre di che in su di ciò potrebbe aver qui luogo il ripetere alcune di quelle considerazioni che da me si addussero a proposito dell'*intus-susceptio*. Ed egli manca parimente della dovuta precisione quel dire che i cangiamenti che soffrono i minerali dipendono dall'azione de' corpi esterni; quelli degli esseri organici, anzi che alle circostanze esterne, doversi ascrivere soltanto al movimento nutritivo interno; chè certo le funzioni della vita da cui dipendono que' cangiamenti che, secondo l'autore, costituiscono le varie età, sono strettamente dipendenti dagli agenti fisici esterni; la cui influenza può meglio che da altri comprendersi da lui, che seppe sì bene considerare le leggi della fisica animale. Certo basterebbero a far conoscere la dipendenza de' fenomeni vitali dalle cause esterne le osservazioni dell'Edwards, del Becquerel, le considerazioni del Fourcault (1).

325. Quanto si disse di sopra (§. 269. e s.) intorno al soggiacere i corpi viventi alle leggi chimiche universali è quanto basta, non solo a contraddire ciò che si sostiene da lui, cioè: che le affinità chimiche sono senza potere sulle combinazioni da cui risultano i corpi organici; chè anzi questi hanno una composizione chimica speciale ed in opposizione colle affinità chimiche generali; ma egli vale del pari a mostrare l'insussistenza di quel suo dettato: « che le forze generali della « materia, anzi che dar cagione alla vita, tendono ad estin- « guerla. » E poichè ciò potrebbe in qualche modo ridursi a quel principio del brownianismo, di cui mi occorre favellare in principio di questo capitolo (§. 267.), quanto si disse a tale proposito può del pari giovare a quest'uopo. Su tali principii vuole l'Adelon distinguere le forze motrici de' corpi in forze generali: la gravitazione, coesione, affinità ec., cui vanno sottoposti i corpi inorganici; ed in forze speciali o vitali, proprie de' corpi viventi. Comechè in opposizione a ciò possa forse essere sufficiente quanto si è fin qui ricordato, mi permetterò l'aggiungere che, innanzi di ammettere queste forze vitali, speciali di alcuni corpi, occorrerebbe dimostrare che i corpi viventi sono veramente dominati da forze o diverse o contrarie alle generali. Senza di ciò si cade nello scoglio da cui nello

(1) L'Institut. 1. 20. p. 125.

esame degli effetti naturali conviene che ci tenghiamo sempre lontani: cioè di dare realtà a ciò che in origine non fu che un'espressione compendiosa immaginata per comodo della scienza.

326. Una delle più notevoli differenze notate dall'Adelon si è quella perchè i corpi minerali debbono, al dire di lui, la loro conservazione « a null'altro che alla persistenza delle affinità d'aggregazione e di composizione che hanno riunite e « sovrapposte le loro molecole, » sì che « la loro conservazione non è in qualche modo che uno stato stazionario; » ed all'opposto gli animali e le piante « offrono un flusso continuo di materia che entra da un lato ed esce per l'altro, » tal che i corpi organizzati « si mostrano perciò in preda a due « opposti movimenti: l'uno di composizione e l'altro di decomposizione. » Al che il compilatore dell'art. *Organisé* del *Dictionnaire abrégé des Sciences médicales* (1), quantunque in altre cose egli si opponga all'Adelon, aggiunge che i corpi viventi, non solo rinnovano incessantemente i loro materiali, ma di più essi si accrescono sempre, dal momento della loro nascita, per graduata estensione del loro tessuto primitivo. Quanto al rimutamento esso è certo presso che nullo ne' minerali; notevolissimo ne' corpi viventi, come esser debbe veramente rispetto a questi: cioè in un composto mobilissimo, e per la natura de' suoi elementi, e per la forma delle molecole (Bufalini, §. 268). Questo però non è estraneo del tutto a' corpi inorganici. Ne sieno altrettante prove i cristalli epigenii e pseudomorfi, la formazione della ruggine (§. 286.), l'efflorescenza da me osservata sui cristalli di allume (§. 141.), le efflorescenze in genere di natro, d'allume, di solfato di magnesia, il kaolino. Nè la diversità desunta dall'estensione della fibra primitiva è meno illusoria della precedente. Intorno a che, premettendosi ad ogni altra cosa che dal predetto compilatore dell'art. *Organisé*, in opposizione veramente a ciò che si vuole dall'Adelon, si acconsente all'accrescimento per sovrapposizione di parti negli esseri organizzati, nel modo appunto che si opina dal Bufalini e da me stesso; lo che, siccome ognuno comprende, sarebbe in opposizione con questo suo principio; egli resta ad osservarsi che ciò non si compie per estensione, ma

(1) T. 12. p. 114.

bensi per formazione di nuovo tessuto. Lo provano le osservazioni dell'Hasting (§. 305. nota *pp.*) intorno ai vasi che si formano sulle piaghe; quelle del Gruithuisen sui tessuti compresi da flogosi; ove formansi di pianta nuovi vasi, i quali, crescendo e prolungandosi, combaciansi co' vicini e prendono parte alla circolazione; lo provano le membrane anormali di ogni specie, e non meno di queste le esostosi, le cui lamine ossee, che ne costituiscono la base, possono essere, finchè sono recenti, separate dall'osso al quale aderiscono, che d'altronde anche nello strato suo esteriore, che trovasi a contatto coll'esostosi, non si vede menomamente alterato. E non meno validi argomenti possono desumersi dall'economia delle piante. Il *cambium* basta di per sè a formare i nuovi strati legnosi, anzi che lo strato precedente si estenda nelle sue parti (*aaa*). Ricorderò in fine quelle concrezioni legnose, di cui ebbi a far parola in altro mio scritto (1); le quali si formano di getto sulla corteccia di alcune piante, traendo esse cagione dalle lagrime di gomma che geme dalle piante medesime. Per le quali cose egli sembra a me che ciò che il compilatore dell'articolo predetto chiama estensione, potrebbe meglio esprimersi (nella formazione e riproduzione delle parti normali) colla voce *continuazione*; la quale espressione però porterebbe negli altri casi a supporre una relazione forsechè maggiore del vero tra la fibra primitiva ed il nuovo prodotto.

327. Vanno veramente sottoposti i corpi viventi, siccome dicono l'Adelon ed il compilatore dell'art. innanzi mentovato, ad un deperimento necessario; il quale, avendo incominciamento ad una data epoca della vita, termina al fine per indurre il dissolvimento dell'aggregato; ciò che avviene allorchè si arresta il movimento nutritivo, in forza del quale essi conservansi. Intorno a che dirò non costituire questo, siccome si avvertiva di altre disparità di sopra menzionate, una differenza essenziale, ma soltanto una condizione necessaria ed inerente a'corpi formati da elementi, come or ora ebbi a dire, mobilissimi, facilmente gasificabili, tanto se vengano svolti ed isolati, quanto nelle combinazioni che essi possono per avventura contrarre o fra loro o con altri corpi, e segnatamente se tali corpi tro-

(1) Sag. di una Monog. della sost. gommose, p. 44.

vinsi esposti all'azione dell'aria o di qualunque altro degli agenti fisici esterni. E in vero le ossa, le parti cornee, le scaglie di alcuni crostacei, i nicchi de' testacei, le cove delle tartarughe, sebbene produzioni dell'organismo, o della vita che vogliam dire, e ciò non meno delle altre parti degli animali, conservansi lungamente, e conservansi in tutta la loro integrità, a meno che qualche circostanza esterna: la lunga esposizione all'aria, all'acqua ec. o l'essere sepolte nel suolo, non venga a spogliarle delle parti animali.

328. I corpi minerali, supposto ch'essi fossero formati di elementi reciprocamente saturati fra loro a segno di non reagire più gli uni sugli altri, e ch'essi trovassero isolati e fuori dell'influenza di ogni altro corpo, al dire dell'Adelon, sarebbe possibile, giudicandone teoricamente, che rimanessero eternamente nello stato medesimo. Al contrario, siccome egli crede, i corpi viventi debbono necessariamente soffrire de' cambiamenti; e perciò essi percorrono una serie di stati che si appellano età. Ch'egli non possa certo la condizione de' corpi e le differenze perchè essi distinguonsi fra loro stabilire sopra considerazioni puramente teoretiche, anzi sopra mere supposizioni, siccome è quella che riguarda la presunta condizione de' minerali, ella è cosa che non abbisogna di essere dimostrata. Oltre di ciò che i corpi viventi, supposti però anch'essi costituiti di elementi reciprocamente saturati e non sottoposti all'influenza d'altri corpi, come pur essi avrebbero ad immaginarsi onde istituire un retto confronto, dovessero non pertanto, come mostra credere l'Adelon, necessariamente soggiacere a quei mutamenti da cui dipendono il loro accrescimento, la loro decadenza e finalmente la dissoluzione de' loro corpi, è ciò che veramente non può sì facilmente consentirsi, e che almeno meriterebbe di essere dimostrato.

329. Non perciò si creda essere mio intendimento persuadere per le cose dette fin qui una perfetta somiglianza fra gli esseri organici e gl'inorganici; chè a ciò occorrerebbe eziandio che una pari conformazione si trovasse negli uni e negli altri; il che sarebbe strano a dirsi. Chè anzi io credo essersi in parte male avvisati que' fisici che dalle esterne apparenze vollero desumere de' punti di analogia fra loro. Ed in vero s'egli avrebbe a tenersi siccome mal ponderato il volere da sì fatte apparenze arguire una stretta

somiglianza fra un infusorio ed un mammifero, fra un agama ed una delle piante degli ordini i più elevati, tanto più scosterrassi dal retto modo di ragionare chiunque voglia dalle apparenze medesime trarre argomento onde ravvicinare un cristallo ad un animale. Le molecole integranti degli uni, i globuli od elementi organici degli altri, comechè ambidue costituiti secondo le leggi chimiche generali, debbono in fine riuscire a forme sommamente diverse, ordinandosi le prime per le loro faccette, mentre gli altri mercè della loro forma globulare dispongonsi in mille modi; e dal loro ordinamento in tanti e diversi sensi dipende poi la forma de' varii organi e degli animali che dall' unione di questi risultano. Per lo che se pure accada talvolta di rinvenire negli ultimi prodotti di azioni così distinte alcuna somiglianza nella figura e nelle esterne apparenze, le si avranno a tenere come accidentali, e perciò insufficienti a stabilire alcuna analogia. Si avrà 'questa perciò a ricercare in vece in quelle parti elementari in cui il modo di accrescimento per sovrapposizione è uniforme negli uni e negli altri; in cui gli effetti delle leggi generali de' corpi sono meno adombrati da quelle apparenze appunto in cui da altri si vorrebbe rinvenire delle simiglianze e delle analogie. E procedendo in tal guisa nella considerazione degli esseri naturali, non sorprenderà più se in esseri consistenti di globuli sì variamente disposti si giunga al fine a corpi formati di vasi, di fibre, di organi; ne' quali perciò dovrà operarsi una circolazione più o meno perfetta, poichè il calore, l'elettricità, l'azione capillare bastano a tanto, e quindi tutte quelle funzioni di che la vita si compone. Così se in tali vasi scorrono umori facilmente alterabili per le azioni stesse che esistono negli animali viventi, le quali pur sono regolate dalle leggi della comune chimica, non sarà maraviglia s'essi e si decomponogno e si eliminano, ed altri succedono ad essi. E per tal modo vedrassi, come ripetutamente si è detto, non costituir questo diversità essenziali, ma soltanto rappresentare de' modi, de' meri accidenti; i quali provengono unicamente dalla diversità di struttura, di composizione ec., non da diversità di forze, di azioni, di leggi, essendo queste uguali e costanti in tutti gli esseri naturali. Laonde sarà forza conchiudere che, come quella necessaria differenza che passa fra l'ordinamento di parti di un minerale e l'orga-

nizzazione de' corpi viventi; fra l'apparente inerzia de' primi e l'incessante attività delle funzioni degli altri; differenza veramente necessaria, perchè conseguente dalla configurazione delle molecole integranti, non vale a segnare una linea di separazione la quale essenzialmente distingue l'una classe di corpi dall'altra; così si ha a dire essersi illusi que' fisici che, intesi a togliere di mezzo quest'apparente linea di partizione, si studiarono per alcune accidentali apparenze di ravvicinare gli uni agli altri. Nè meno erronea sarà la via da essi tenuta, comechè giusta sia la conclusione a cui in fine pervennero. Dicasi in fine, il movimento, effetto dell'attrazione, dell'elettricità, del calore operarsi del pari ne' corpi rudi e ne' corpi organizzati; in questi ed in quelli determinare gli effetti medesimi, modificati però dalle varie condizioni; o più generalmente ancora, una sola causa universale, l'attrazione, qualunque sia la dipendenza che passi fra questa e l'elettricità, essere quella che produce necessariamente un solo effetto del pari universale: il moto; e questo costituire tutto ciò che si opera nella natura. Nè ad altre azioni, ad altre leggi fa d'uopo ricorrere onde spiegare tutte le meraviglie che l'universo ci presenta nel roteare degli astri, ne' portentosi fenomeni del tuono, de' tremuoti, de' vulcani, del pari che nelle minime azioni degli atomi, nelle azioni della vita de' vegetabili e degli animali; chè tutti sono diversi aspetti di un solo effetto, prodotti da una forza unica. Tali verità intravidero alcuni meno recenti filosofi; ma alla fisica de' nostri tempi soltanto sarà dato il porre un tal vero nel suo maggior lume.

Ecco in breve ciò che fin qui io intesi a provare; ecco ciò che basta alla mia tesi, sopra tutto diretta a far conoscere l'unità della cagione e delle leggi di tanti stupendi effetti. O sovrana causa: quante meraviglie, quanti portenti!



NOTE AL CAPITOLO XV.

(a) Nelle *Medico-chirurgical Trans. of London*, t. 13. si riferisce il caso di un tumore trovato nel cadavere di una donna, nel mediastino anteriore, aderente all'arteria innominata; in cui si rinvenne della materia grassa mescolata a' capelli, ed inoltre un osso che somigliava molto ad un mascellare superiore, porzione dell'arcata alveolare che sembrava appartenere al detto osso mascellare superiore od alla mascella inferiore, e 7 denti: due canini, due incisivi e tre molari.

(b) L. c. t. 2. p. 23. Non isfuggì allo stesso ill. patologo italiano altra considerazione che sorge similmente dalla forma globosa di tali elementi; ed è questa, che essendo essa uniforme in tutto il regno animale, le differenze delle proprietà inerenti a varii tessuti organici debbonsi, piuttosto che ad effetto di particolare organizzazione, alle influenze chimiche (l. c. p. 21). Ecco dunque un nuovo argomento comprovante che le leggi chimiche generali hanno effetto sui corpi viventi.

(c) Il Wöhler ed il Liebig insieme veramente opinano che questo modo di considerare i computi organici, siccome ha fatto il predetto fisico italiano, e come fecero già li Dumas e Boullay intorno agli eteri, ed ora ha fatto il Malagutti sugli eteri predetti, gli eteri clorurati, chloral ec., abbiasi a tenere « soltanto come una idea ingegnosa ed in verun modo fondata. » (*Ann. ch. et phys.* t. 46. p. 49). Quand' anche ciò fusse, non toglie questo che tali composti sieno costituiti secondo le leggi stechiometriche, che e quanto qui importa il dimostrare; poichè ciò si verifica del pari se si considerino gli elementi, ciascuno isolatamente, anzi che ne' loro composti binari. In ogni modo gli stessi chimici convengono che ciò ne presta un mezzo semplicissimo di rappresentare la composizione ed il modo di comportarsi di alcune combinazioni organiche. Egli sembra oltracciò che questa loro sentenza sia contraddetta dalle seguenti considerazioni. Supponesi lo zucchero constare di acido carbonico 8 atomi, idrogeno carburato 8 at., oltre l'acqua (Orioli, Prosp. gen. della compos. delle sost. non azotate p. 22.; *Ann. di st. nat. di Bologna* t. 3. 1830.). Ora, siccome si dirà in breve, sappiamo avere il Döbereiner prodotto lo zucchero artificiale col solo procurare l'unione de' predetti due gas mediante la compressione ed il concorso del carbone, che forse presto l'acqua per l'umidità di cui non è mai spoglio del tutto. Similmente l'urea artificiale, composta di acido cianoso, di ammoniaca e di acqua (*Ann. ch. et phys.* t. 46. p. 31), si ottiene lattizia procurando l'unione dell'acido e della base suddetta; di che parimente si avrà a favellare in seguito. Che l'acido carbonico e l'idrogeno carburato nel primo caso, l'acido cianoso e l'ammoniaca nell'altro si risolvano ne' loro principii allorchè vanno a formare le predette sostanze, il che dovrebbe accadere secondo quello che opinano i chimici predetti, è ciò che converrebbe che fosse da essi addimostrato. La sintesi adunque conferma ciò che la teoria e l'analisi suggeriscono. In fine egli sembra che questo modo

di considerare la composizione di tali corpi venga resa anche più conforme al vero dalle ricerche di uno de' predetti chimici, il Dumas, sulle canfore artificiali delle essenze di trementina e di limone. In cotali sostanze, analoghe a' principii organici, si vede veramente un corpo binario inorganico unirsi in proporzioni determinate ad un altro composto binario e, seguendo esattamente le leggi atomistiche, ora comporre la canfora artificiale di trementina o *canfena cloridrata*, ora quella di limone o *citrena cloridrata* (*Ann. ch. et phys.* t. 52. p. 400). Al postutto egli è evidente che questo modo di considerare i corpi rende meglio esplicabili i fenomeni di alcuni composti isomeri tra loro.

(d) Prosp. gen. comp. sost. non azotate. Dal confronto de' diversi composti di carbonio e di ossigeno, valutati secondo la dottrina delle proporzioni determinate, alcuni de' quali provengono da corpi rudi, altri dagli organici, può anche in altra guisa chiarirsi il dominio di queste leggi su d'amendue queste classi di corpi. Ciò si vede dal seguente ordinamento di tali composti; il quale io medesimo aveva concepito, e che lo stesso sig. prof. Orioli si unì meco a perfezionare.

VALORI DEL DUMAS

Specie I. ^a Acido ipo-carbonoso (A. miletico, Wöhler, Liebig)	$= O^3 C^2$
Var. I. ^a Acido ipo-carbonoso idrato (A. malico, Liebig)	$= O^3 C^2 + 2 Aq.$
Var. II. ^a Acido ipo-carbonoso bi-idrato (A. racemico, Gay-Lussac)	$= O^3 C^2 + 2 Aq.$
Specie II. ^a Acido carbonoso (gas ossido di carbonio)	$= O \frac{1}{2} C$
Var. I. ^a Acido carbonoso idrato (A. formico, Lecanu; amilico Tünnermann).	$= 4 O \frac{1}{2} C + 2 Aq.$
Specie III. ^a Acido ipo-carbonico (Una tale denominazione fu poi proposta dal Gay-Lussac, <i>Ann. ch. et phys.</i> t. 46. p. 220) (A. ossalico auidro, Dulong).	$= O^3 C^4$
Var. I. ^a Acido ipo-carbonico idrato (A. ossalico cristallizzato).	$= O^3 C^4 + 2 Aq.$
Specie IV. ^a Acido carbonico	$= O C$

Non mi è sembrato doversi incliudere in questa serie l'acido croconico del Guelin; il quale consta di $O^3 C^3$.¹⁰ Esso debbe a mio credere considerarsi come un composto che può rappresentarsi $= 2 O \frac{1}{2} C + O^3 C^3$,⁸ secondo la valutazione del Dumas, che equivale a 2. at. di acido carbonoso + 1. at. d'acido ipo-carbonoso; e secondo la valutazione del Berzelius, $O^3 C^3 = O C + O^3 C^4$, ovvero 1 atomo di acido carbonoso + 1. at. di acido ipo-carbonoso.

(e) In altro più recente scritto, a proposito della circolazione della *Chara vulgaris*, il Meyen istesso dice: « L'attrazione de' corpi, e per conseguenza il peso, si esercita qui come per tutto. Partendo da tale principio, io penso che ciò che io dissi, sono già alcuni anni, sulle cagioni del « movimento rotatorio del succo cellulare non sia sì poco fondato come il « De Candolle si adopera a far credere, ricercando la causa del fenomeno « nella contrattilità delle cellule, di cui per mala ventura, anche col soc-

« corso de' maggiori ingrandimenti nulla può vedersi » (Ann. Sc. nat. 2. Ser. Bot. t. 4. p. 259). L'amore del vero dovendo essere l'unico scopo de' nostri studi, ed essendo ciò che io ebbi sempre presente nella compilazione di questo mio scritto, mi credo in dovere di dire che le asserzioni del Meyen sono state contraddette dall'Amici; e mi è grato potermi valere del permesso accordatomi da questo insigne scrutatore delle cose naturali di annunziare le sue osservazioni del tutto contrarie a quelle del sig. Meyen. Con che però non intendo farmi giudice fra due sì rispettabili osservatori.

(f) Non diversamente da lui mostra sentire uno de' più insigni chimici di questa età, il Berzelius; ciò che fa vedere come i fatti posteriormente osservati siensi aggiunti a confermare quanto avvisavasi già dal D' Holbach. Nel render conto de' recenti progressi della chimica organica, egli si fa a dire: « Noi siamo certamente ancora molto lungi dal conoscere « tutti questi effetti (gli effetti della forza vitale), perocchè un gran numero de' fenomeni della vita sono a noi sconosciuti; ma poichè rispetto « a taluni ci fu concesso sollevare un lembo del velo che li ricuopre, « questo bastò a convincerci che, quando si volle intendere per forza vi- « tale tutt' altra cosa che circostanze proprie ed agenti in concorso in « varie maniere, e per le quali le forze ordinarie naturali vengono poste « in azione nella natura organica; ed allorquando si volle ravvisare in « ciò una forza naturale propria e particolare, questa forza naturale non « era che un' ipotesi. » (L' Instit. 1839. n. 303. p. 361.)

(g) Quanto siano frequenti tali concrezioni ne' diversi animali ed in diverse parti de' medesimi, è già noto. Possono a tale uopo consultarsi le opere del John (*Tabl. chim. du regne anim.*), del Brugnatelli (*Litologia umana*), de' Gmelin e Virey (*Chim. organique*). Meritano intanto per la loro composizione chimica di essere riferiti i seguenti: calcolo vescicale dell'uomo composto di fosfato di calce e silice, menzionato dal Giobert (*Ann. ch.* t. 12. p. 69.); il quale inoltre asserisce di avere nella sua collezione alcuni calcoli formati di pura silice; e di silice unita a picciolissima quantità di materia organica e perossido di ferro si trova quello menzionato dal Lassaigne (*Ann. ch. et phys.* t. 44. p. 420.); calcolo orinario umano composto di magnesia pura 51, silice 20, fosfato di ferro 11,84, carbonato di magnesia 4, sostanza volatile e perdita 3,16 (P. Alemani. *Ann. Chim.* t. 65. p. 222); calcolo renale di un cavallo formato di carbonato di calce 66, fosfato di calce 120,05, carbonato di magnesia 4,06, ossido rosso di ferro 0,005 (Wurzer, V. John l. c. p. 167); calcolo orinario di un bue, di carbonato di calce, magnesia ed ossido di manganese (Stromeyer, V. John l. c. p. 169); calcolo orinario umano, il quale constava di carbonato di calce 0,8, sotto-fosfato di calce 0,2, senza veruna traccia di acido urico (Proust, V. Berz. *Tr. de Chim.* t. 7. p. 422.); altro di tessuto lamellare, nell' aspetto simile ad alcune varietà della mica di ferro limonosa, composto di ossido rosso di ferro 0,3881, allumina 0,2300, silice 0,1725, calce 0,0802, acqua 0,1089, perdita 0,0203, osservato dal Boussingault; nel quale è forza riconoscere, e per l' aspetto esterno e per la composizione, un prodotto al tutto analogo alle sostanze minerali (*Jour. de Pharm.* t. 11. p. 153).

Da queste concrezioni può trarsi anche altro argomento a prò della mia tesi. Vedendosi in essi i sali di cui sono formati comparsi nelle medesime proporzioni de' loro elementi come ne' corpi minerali, ciò prova abba-

stanza, in conferma di quanto si è detto poc' anzi (§. 269.), ne' corpi organici seguire l'affinità le sue ordinarie leggi elettro-chimiche. La quale deduzione potrebbe desumersi non meno da altri corpi, e da quelli che sono senza dubbio normali: per esempio, dalle conchiglie de' molluschi, dalle ossa de' mammiferi (sotto-solfato di calce = $4 \text{ Ca O}^2 \rightarrow 3 \text{ P O}^3$, composizione simile a quella della fosforite), da' cloruri di sodio e di potassa della saliva, e simili.

(h) Così si sono riguardate come un carattere distintivo de' corpi organizzati le forme ritonde e circolari ch'essi prendono. I tanti minerali stalattitici e mammellonari, non che i globosi e botritici, non ci presentano essi altrettanto? Sembra anzi che la forma in linee curve sia così inerente alla calcedonia, ch'essa in certa guisa imprime ne' corpi cristallizzabili in forme geometriche, e specialmente nel quarzo, una tendenza a prendere delle figure ritondate (Patrin, *Hist. nat. des Min.* t. 2. p. 171.) Le recenti osservazioni del Broogniart riferite di sopra (§. 165.) confermano pienamente un tale pensamento quanto a minerali silicei. Ora il Serres ha d'altrove esposte alcune considerazioni per le quali egli crede che le forme ritonde sieno tutt'altro che peculiari de' corpi organici. Sono, dice egli, veramente circolari e ritondate le forme de' corpi organici, se esse si considerino da noi nelle parti già pervenute ad uno stato di perfezione. Ma ove si seguano le formazioni organiche, si vede che queste risultano dal concorso di due o più linee rette, talché siamo condotti « a questa conclusione « del tutto opposta: non esservi in tutta l'organizzazione una linea sola « primitivamente circolare. » « Così, soggiunge egli; l'anello vertebrale, « che forma una cintura intorno ai segmenti della midolla spinale, è un « composto di quattro o sei linee primitive, le quali rappresentano cia- « schedun nucleo formato dalla loro riunione. La midolla spinale istessa, « la cui forma è quasi circolare, è un composto di fascetti paralleli. Così « il rene non prende la sua forma semi-sferica che per la giustapposizione « de' suoi frammenti; del pari il circolo del timpano non diviene circo- « lare che per la riunione delle linee de' suoi tre pezzi primitivi. Lo stesso « dicasi dell'anello cricoide, degli anelli della trachea. » (*Rech. d'anat. transcend. sur les lois de l'organog. etc.* Ann. Sc. nat. t. 11. p. 63.)

(i) Ciò basterebbe ad escludere quell'idea che forse a taluno potrebbe cadere in pensiero: cioè che nella forma esagona di questa specie di scaglie si avesse a trovare qualche cosa di analogo alla forma esadra delle cellule degli alveari; la quale ora si sa risultare soltanto dalla reciproca compressione delle cellule stesse, che senza di ciò sarebbero circolari.

(k) Ann. Sc. nat. t. 2. p. 70. Indicavasi veramente angolare la forma del polline di alcune piante: per esempio, di quelle del genere *Goodyera*, non che quelle del *Corylus avellana* e del *Carex acuta*, come fu osservato dall'Howard (Linn. Trans. t. vi. p. 65); ma l'Amici fu il primo, per quanto io sappia, che ne considerò e determinò la figura.

(l) Bull. Univ. Sc. nat. sept. 1827. p. 70. Queste considerazioni, non che quelle che sono per riferire, sono tanto più degne di considerazione, avendo uno de' recenti fisiologi, il Barbier (*Trait. élém. de mat. méd.* t. 1. p. 92.) esposta l'opinione che gli umori escrementizii della macchina

animale, tostò che sienn giunti ne' loro serbatoii, come l'orina nella vescica, dehbono considerarsi come rientrati nel dominio della natura morta, e sottoposti intieramente alle sue leggi fisiche. Da tali principii, il fondamento e la giustezza de' quali non è qui lungo di esaminare, potriasi conchiudere che le concrezioni morbose seguono appunto le leggi de' cristalli, poichè sono fuori dell'influenza organica. Cio però non potrebbe dirsi delle produzioni non morbose menzionate di sopra, e segnatamente del polline, in cui, per l'uso a cui viene destinato, non si può a meno di considerare un prodotto della vitalità delle piante, e della vitalità per eccellenza, come è quella che tende alla propria riproduzione. Io ogni modo, comechè le riflessioni del Barbier potessero aver luogo riguardo alle concrezioni della vescica, esse non potrebbero applicarsi a quelle della colecisti, l'umore che in questa si racchiude non potendosi certamente riporre nel numero degli umori escrementizii; comechè alcuni, Rudolphi e Tiedemann, opinino ch'essa si debba riporre fra questi ultimi; su di che possono vedersi alcune considerazioni io Berzelius (*Trait. de Ch.* t. 7. p. 256. e s.)

(m) Comprendendo qui anche quegli autori che dapprima considerarono questi cristalli come organi delle piante (Raphides, DC.) o aghi, essi furono osservati nelle piante seguenti: alcuni euforbi, succo latteo (*Raphis*), *Scilla bifolia*, *S. maritima*, *Phytolacca decandra*, *Fritillaria Meleagris*, *Nymphaea lutea*, tutte le specie del genere *Narcissus*; *Amaryllis formosissima* (A. Jurine), *Paneratium maritimum*, Lin. *Piper magnoliaefolium*, *Tradescantia virginica*, *Musa sapientum*, *Calla aethiopica* (Sprengel, Rudolphi e Link), *Aloe verrucosa* (Kieser) ed altre specie; *Tritoma uaria*, *Litsea geminiflora*, *Agave americana*; *Crinum latifolium*, *Mirabilis jalapa*, *Impatiens balsamina* (DC. padre e figlio), *J. noli-me-tangere*, Lin., *Papyrus antiquorum*, *Urania speciosa* (Meyoe), diverse specie de' generi *Oreus*; *Pandanus utilis* o odoratissimus Jacq., *Mesembryanthemum deltoides*, *M. barbatum* ed altre specie del genere (Cristalli tetraedri, o più esattamente dodecaedri, agglomerati in sferoidi raggiati, formati per lo più nell'interno delle vescichette del tessuto cellulare, non mai congiunte colle rafidi cristalline nella medesima pianta); *Iris florentina* (Rasp.), *Ornithogallum tyrsoides*, *Cereus peruvianus*, *Euphyllium phyllanthoides*, *Rhynchosia grandiflora*, *R. fusalis*, *Leucoium vernum*, Lin., tutte le specie del genere *Hyaecintus*; *Crocus*, alcune specie; *Telipogonum cynocranbe*, *Vitis vinifera*, *Opuntia coccinlifera*, *Rheum palmatum* ed altre specie del genere; *Cissus*, varie specie dei generi *Tilia*, *Malva*, *Portulaca*, *Rhus*, *Cactus*, *Caladium*; *Mercurialis perennis*, *Colocasia odora*. Il Raspail crede anzi che non vi sia pianta, specialmente monocotiledona, eccetto le graminee, ciperacee e *jonofes*, in cui non si giunga a scorgere di sì fatti cristalli. Intorno a quelli osservati dal Turpin nel *Cereus peruvianus* e nel *Rahbarbo* può vedersene la figura che va annessa alla sua memoria su questo particolare (*Ann. Sc. Nat.* t. 20. p. 26 e s.) Similmente meritano di essere menzionate quelle piante nelle quali il D.^r Unger, non che altri osservatori da lui ricordati, rinvennero sì fatti cristalli. *Piper blandum*, *Maranta zebrina*, *Tradescantia discolor*, *Goodyera repens*, *Papyrus antiquorum*, *Ficus bengalensis*, *Myriophyllum spicatum*, *Musa coccinea*, *Jucca gloriosa*, *Strelitzia reginae*, *Tritoma uaria*, *Aloe pulera*, *Herniaria globra*, *Mercurialis perennis*, *Viburnum lantana*, *Cactus pendulus*, *Caladium nymphaeae-folium*, asserendo io fine

che esse si trovano in tutte le divisioni del regno vegetale, dalle Alghe le più semplici (*Noctae muscorum*, *Conserva crystalifera*,) ai vegetali più complessi. Merita però che si avverta che egli li tiene composti di un acido vegetale, l'acido tartarico od ossalico, unito alla calce; alla magnesia e più raramente alla silice. (*Ann. Sc. nat.* 2.^a ser. Bot. t. 8. p. 94.). Il Morren ha osservato ultimamente de' cristalli sotto figura di parallelepipedi terminati da piramidi, che mostransi riuniti in fascetti sur una falsa membrana dell'*Atropa frutescens*. (*L'Institut.* 1839. n. 275. p. 114.). Nè meno degni d'essere notati sono que' cristalli, della cognizione de' quali, come di molti de' primi, siamo debitori al Turpin (*Ann. Sc. nat.* 2. ser. Bot. t. 6. p. 5. e s.); i quali si trovano nella polpa delle foglie di molte specie di *Caladium* e racchiusi in una sorte di organo o involucri. Questo involucri, della forma di un seme di avena, cui l'autore diede il nome di *biforine*, per avere una boccuccia ad ambedue gli apici, racchiude internamente molte centinaia di sottilissimi aghi cristallini. E così meritano di essere notati que' conglomerati di cristalli ch'egli ha osservati nel *Caladium odoratum*, Roxb. Aspetteremo in fine che l'osservazione ci faccia con sicurezza conoscere se abbiano a riguardarsi come veri cristalli, e forse di acido ossalico, come sospetta il Pouchet (*Ann. Sc. nat.* 2.^a ser. Bot. t. 3. p. 39), quegli aghi che sono alla superficie de' globuli circolatorii della *Zannichellia palustris*, non senza avvertire che il Meyen assicura di non essere riuscito a verificare l'osservazione dell'altro. (*Ann. Sc. nat.* 2.^a ser. Bot. t. 4. p. 261.).

(n) Opina il Brayley che abbiano ad ammettersi due distinte azioni o tendenze, le quali portino i corpi alla solidità: la polarità che agisce per prima e che induce le molecole de' corpi a disporsi in serie lineari; l'attrazione cristallifica, che succede a quella e che, determinando la laterale aggregazione delle parti, fa che i cristalli si accrescano nel senso della loro grossezza.

(o) Una tendenza a disporsi in ordine lineare per formare una sorte di fibre si scorge pure ne' globuli del sangue, come videro già li predetti signori Prevost e Dumas, il Bauer e fors'anche prima di essi il Loewenhoek; alle quali osservazioni possono ora aggiugnersi quelle del Dot. Hodgkin, da essolui fatte in unione col Lister. Ponendo egli una piccola quantità di sangue fra due lamine di vetro, valendosi di un microscopio, per quanto da loro si crede, comparabile a quello dell'Amici, si osservano, al dire di essi, i globuli del sangue unirsi insieme l'uno appresso all'altro in un senso soltanto, formandosi perciò delle pile di una considerevole lunghezza; le quali poi, a norma della figura ellittica o circolare de' globuli predetti, riunendosi fra loro, conformansi ora in raggi ora in belle ramificazioni. La quale tendenza è più o meno manifesta secondo i diversi individui cui il sangue appartenne, ed in generale tanto più decisa quanto più di recente esso fu tratto dall'animale vivente (*Phil. Mag. and Ann. of Phil.* n.º 8. p. 135). Lo che in qualche modo può offrire l'immagine della formazione della fibra animale; quantunque i fisici predetti dichiarino essere ben lungi dal giudicare un tale effetto al tutto conforme al processo della genesi della fibra medesima. Le osservazioni però qui sopra ricordate del Lauth sembrano in qualche modo dar ragione per credere che veramente questo sia il processo che segue la natura

nella produzione della fibra. Assicura egli che la fibrina fatta concreta, trovata nel ventricolo sinistro dell'uomo, si vide composta di una quantità di globuli disposti in serie lineari in modo da formare delle fibre analoghe alle fibre primitive de' muscoli, intrecciandosi però irregolarmente tra loro in tutti i sensi.

(p) Se io uso qui il vocabolo polarità, non si creda perciò che da me si voglia seguire il fisico predetto nella sua ipotesi (nnta (n)); ché anzi alla polarità soltanto, e senza ricorrere a verun'altra forza od azione, piace a me di attribuire tutta intera la cristallizzazione de' corpi. La polarità di cui intendo io qui ella è quella, e non altra, che viene indicata dal Berzelius (*Tr. de chim.* t. 4. p. 575), o forse meglio quella cui accenna il Becquerel, desumendone egli l'idea dalla tormalina (*Ann. ch. et phys.* t. 37. p. 355.).

(q) Potrebbe forse dubitarsi se quelle fila capillari di carbonio abbiano a riguardarsi come veri cristalli (dubbio però che non si addice certamente nè all'amianto nè agli altri minerali ricordati di sopra), e ciò su di questo riflesso, che il carbonio non soggiacque nella preparazione dell'acciajo ad una vera fusione; la quale, non so quanto a ragione, si avvia essere indispensabile alla cristallizzazione de' corpi. La descrizione però che ne dà lo stesso Colquhoun mi pare valevole a togliere in su di ciò ogni incertezza e ad escludere che quelle fila si abbiano a considerare come prodotte da una mera deposizione, anzi che riguardarle come veri cristalli; quand' anche vogliasi col Beudant riporre i cristalli capillari o fibrosi tra le forme accidentali. Vengono in fatti i cristalli predetti da essolui indicati: di un lustro metallico splendente, elastici, in modo però che curvandoli di troppo essi al fine si rompono, e di tale consistenza da penetrare la pelle ove colle dita si preme contro la loro estremità. Nè io credo che la insubilità del carbonio possa costituire una valevole obiezione, seguendo io l'avviso di que' fisici i quali tengono la cristallizzazione potersi effettuare per lo immediato passaggio de' corpi dallo stato gaseoso allo stato solido (Brochant de Villiers, *Dict. Sc. nat.* t. 11. p. 588; Thenard *Tr. de Ch.* Par. I. chap. I. § de la cohésion, Pelletan, *Dict. de ch.* art. *Cristallisation*; anche in tal caso le parti dei corpi godeudo (e segnatamente se trovinsi allo stato nascente) di quella libertà che si richiede perchè possano obbedire alle leggi della cristallizzazione. Senza di ciò molti cristalli che si ottengono per sublimazione presenterebbero un fenomeno al tutto inesplicabile.

(r) Che il sangue si disponga, anche indipendentemente dalla influenza della pila, in serie lineari, si è già detto ora. Che questo fluido medesimo si rapprenda per l'azione dell'elettricità del polo negativo lo fanno conoscere le osservazioni del Brande; e che i suoi globuli si separino dal restante agglomerandosi insieme, è ciò che si debbe alle ricerche de' Prevost e Dumas (Edwards, de l'infl. des agens phys.; App. p. 539). Dopo di che egli sembra che l'esperimento del Dutrochet meriterebbe di essere ripetuto (se pur ciò non siasi fatto), avendo segnatamente in mira di confermare se veramente l'effetto da essolui indicato, almeno rispetto alla predetta formazione della fibra, proceda al tutto dall'elettricità applicata, o veramente, come forse può presumersi, proceda dall'affinità propria o condizione elet-

trica naturale delle parti stesse, sì che si debba accagionare l'elettricità applicata della sola coagulazione.

(s) Avendo il Macculloch esposto per alcune ore al calore di una fornace, forse tra li 130° e li 140° W., un mesuglio composto di ossido di stagno e di ossido di piombo, verisimilmente impuri, racchiuso in due crociuoli riuniti insieme, in fondo al crociuolo sovrapposto trovo l'acido silicico in piccoli cristalli capillari bianchi e splendenti. (*Am. of Phil.* n. 30. p. 452.)

(t) Conforme all'opinione del De Buch si è quella del Gray; il quale del pari considera le conchiglie siccome di struttura cristallina, e particolarmente quelle dall'Hatchett chiamate a struttura porcellanica. (*Phil. Mag. and Jour. of Sc.* Dec. 1833. p. 452). Una notevolissima analogia di conformazione, e viepiù importante, in quanto che essa avvicina di tanto una sostanza minerale ad un prodotto della vita, rilevasi fra le ostriche considerate come sopra dal De Buch e quel minerale delle nostre colline sub-apennine menzionato già dal Passeri (*St. de' foss. dell'agro pesarese*, p. 215.) sotto il nome di *Fungites isauricus*, e più recentemente dal Brocchi (*Conch. fus. sub-ap.* t. 1. p. LIV). Questo minerale in masse discoides di diverse grandezze, come viene indicato dai due autori premenzionati, o forse più esattamente in forma di menischi, presenta, segnatamente nella parte convessa, una superficie scagliosa, non troppo diversa da quella appunto delle ostriche. Se esso si franga, si osserva in tutta la sua massa composta di fibre, conformi a quelle della calce carbonata fibrosa, le quali, essendo normali alle scaglie predette, ci è permesso considerare questo minerale rispetto allo spato calcario siccome si è detto aver fatto il De Buch delle ostriche; e quindi concludere lo spato calcario sottostare nelle ostriche a talune condizioni che non sono estranee del tutto a taluno de' corpi minerali. Quale sia la genesi di questo minerale non sarebbe facile a dirsi. Ch'esso consti principalmente di carbonato calcario è ciò di cui io ebbi già tempo occasione di convincermi per l'analisi.

(u) *Ediub. new Phil. Jour.* t. 14. n. 27. p. 56. Ciò che si avverte dal De Buch intorno alle conchiglie può senza meno convenire ad altre produzioni animali; per esempio allo amalto de' denti, che, come si è avvertito di sopra (*J.* 277.), presenta un tessuto cristallino fibroso.

(v) Può ricordarsi a tale proposito ciò che asseriva già il Grew: che l'aritmetica della natura è sempre d'accordo colla sua geometria, e quanto sepperò rilevare il Turpin (*Bull. Un. Sc. nat.*, Nov. 1828. p. 366.) ed il Martius (*l. c.* Fevr. 1830. p. 266.) sui numeri delle parti delle piante. Così quanto alla metamorfosi delle parti loro gioverà il ricordare che Linneo aveva già notato essere il fiore una trasformazione delle foglie; il che fu maggiormente sviluppato dal du Petit-Thouars (*Bull. Un. Sc. nat.*, juin 1830. p. 424.) e dal Martius (*l. c.*), che seppero vedere anche più addentro in tale argomento.

(x) *Ann. Sc. nat.* t. 20. p. 36. Ved. pure le Osservazioni generali sull'organogenia e la fisiologia de' vegetali dallo stesso Turpin lette all'Ac-

cademia R. delle Scienze di Parigi nell'adunanza del 24. Marzo 1834.; ove egli espone principii ed osservazioni del tutto conformi a quanto egli dice nel passo qui riferito (*L'Institut.* 2. ann. p. 123.); e similmente si veda *Ann. Sc. nat.* 2. Ser. Bot. t. 6. p. 7.; ove egli del pari considera il tessuto primitivo de' vegetali: « un agglomerato di vescichette semplici » cemente contigue fra loro, del pari distinte fra loro, del pari di una « vita indipendente come le uova agglomerate di un carpine, o come « i semi di una capsula di papavero. »

(γ) In fatti non di rado null'altro offrono alcune classi di animali che una sostanza mucosa o gelatinosa. Le meduse, come si sa, risolvendosi completamente in acqua limpida e salata, tranne un leggiero residuo di parti membranose (5. grani in 50 once, Spallanzani). Lo Schweigger considerò gl'infusorii come formati soltanto di una materia gelatinosa. E lo stesso Lamarck definisce i polipi animali *generalmente gelatinosi*, composti di un tessuto cellulare gelatinoso (*L. c.* t. 1. p. 202. 277.); gelatinosi, trasparenti, omogenei sono da essolui indicati gl'infusorii (*L. c.* p. 209. 283.); in fine dic' egli che le piante agame sono destitute affatto di vasi, constando di solo tessuto cellulare. Al contrario negli animali delle classi superiori la sostanza degli organi, vasi ec. e molto più consistente e forma gran parte della loro massa; ed inoltre si trovano in essi delle parti veramente solide, destinate segnatamente a formare l'appoggio delle loro parti muscolari ed a facilitarne i movimenti. Ma quand' anche la differenza si dovesse desumere da questi ultimi, ne si dovesse ammettere veruna omogeneità negli animali delle classi inferiori; questa non omogeneità di parti e quel comporsi de' corpi organici di parti liquide e solide, da cui il Lamarck vuole arguire altra differenza fra queste classi di esseri, non costituirebbe una distinzione veramente essenziale, ma soltanto una diversa condizione. E in vero quanto da lui si avvisa come una difformità valevole a segnare una linea di partizione fra di essi, a null'altro riducesi che all'espressione di un fatto; il quale però soffre molte modificazioni ne' diversi esseri in cui si osserva.

(2) Propose il Serres (*Ann. Sc. nat.* t. 11. p. 61.) questo vocabolo per indicare « le frazioni organiche, il complesso delle quali costituisce « l'organo » (ch' egli però si astenne dall' usare per essere mancante di singolare nell' idioma francese); ed in questo senso viene pure da me qui usato.

(aa) Favellandosi nel *Dictionnaire abrégé des Sciences Médicales*, art. *Assimilation* dell' analogia che può supporre fra ciò che ha luogo nell' assimilazione e le azioni chimiche: « Non avvi dunque, si dice, una « perfetta identità, come vollero persuadere il Reil ed il Delametherie, « allorché essi paragonarono l'organizzazione alla cristallizzazione; ma v'ha « almeno una sorprendente analogia tra i fenomeni che vengono offerti « dai corpi organizzati e quelli che osservansi nella maggior parte delle « operazioni chimiche ». E nel luogo medesimo si avverte pure che l'opposta sentenza, cioè il credere che l'assimilazione sia propria soltanto dei corpi organizzati, si fonda precipuamente, più che sull'esame della natura, sulla supposizione di una materia viva interamente diversa dalla materia morta ed inerte; mentre a ciò può opporsi con ragione che niuna molecola della materia è realmente inerte.

(bb) Potrebbe forse giovare a quest' uopo il far conoscere come anche altri corpi, al certo non anormali, che appartengono agli esseri organizzati, si formano e si accrescono nel modo predetto. Tali sono, a cagione di esempio, le conchiglie de' moluschi, la formazione delle quali, oltracciò che si disse di sopra a proposito delle osservazioni del De Buch (§ 281.) e del Gray (ib. nota (t)), per servirmi dell' espressione del Bosc, « si fa sempre per giustapposizione, sì ch' esse aumentano sempre « per successiva apposizione di particelle deposte sui loro bordi e per « le leggi di aggregazione » (*N. Dict. d' Hist. nat. art. Coquille*, 2.^a edit.; ved. pure De Blainville, art. *Mollusques* del *Dict. des Sc. nat.* p. 73). E così potrebbe fare quì parola di ciò che il Bory de S.^t Vincent dice di quegli esseri, de' quali egli ha costituito un nuovo regno della natura: cioè de' Paucidarii; che da lui si asseriscono crescere *al modo de' minerali e de' vegetali*; il che farebbe vedere come vi sieno degli esseri in cui i due pretesi diversi modi di accrescimento si confondono insieme (*Dict. des Sc. nat.*, t. 43. p. 517). Troppe opposizioni però ebbe ad incontrare questa sua sistemazione e questo modo pel quale egli volle definire cotali esseri, perchè possa alcuno fondarsi in su di questo e desumerne delle conseguenze.

(cc) Una prova dell' influenza dell' elettricità atmosferica sui vegetali potrebbe pure desumersi da ciò che si osserva nelle piante dette perciò meteoriche. Il Rush parlando dello scolo della linfa zuccherina dell' *Acer saccharinum*, dice: « L' influenza dello stato dell' aria su questa secrezione « è in generale notevolissima, talche lo scolo della linfa potrebbe servire « di barometro, di termometro ed anche d' elettrometro, venendo alterato anche dal tuono » (*Bib. Brit. S. et A.* t. 4. p. 72.). Il Becquerel veramente espone alcuni dubbj intorno al valore ed alle conseguenze di tali osservazioni. Egli si vedrà però in seguito accordar egli, e sopra fatti meglio convalidati, all' azione elettro-chimica quella influenza sulla vegetazione che quì si vuol chiarire.

(dd) Potrebbero forse qui ricordarsi alquanto minerali, i quali, contenendo taluni principj organici, ci porterebbero a credere che anche naturalmente nel seno della terra vadano, sebbene di rado, formandosi di que' corpi che la chimica, come ho detto, ha in questi ultimi tempi saputo imitare per l' arte. Tali sono: la Domite di Puy-du-Dome (Girardin) e di Sarcoui (Vauquelin), che contieue una materia animale; il minerale di zolfo presso Ambert, disseminato nel granito in terreno primitivo; in cui il Payen rinvenne una materia organica azotata; il quarzo rosa di Quincy ed un minerale quarzoso di Confolens, che parimenti contengono, secondo l' analisi fattane dal Berthier, una sostanza organica come principio colorante (*Ann. ch. et phys.* t. 50. p. 441.). Ed in fine ricorderò quella polvere caduta dall' atmosfera in Idria nel 1813; la quale, esaminata dal Vauquelin, fu trovata racchiudere una sostanza vegetale gommosa. Intorno alla quale giova il dire che, essendo essa accompagnata da molta silice, non che dall' ossido di titanio, ogn' idea ch' essa possa provenire da corpi veramente organici, quali sarebbero, per esempio, il polline di alcune piante, insetti ec., è affatto esclusa. Per la qual cosa, per servirmi dell' ordinario modo di esprimersi, potrebbe dirsi che, al contrario di ciò che da molti si avvisa, alla natura non costò tanto la

produzione delle sostanze organiche, analoghe del tutto a quelle che risultano dall'economia animale e vegetale.

(ee) Il Turpin così conchiude da alcune sue osservazioni: « Dès que la matière s'organise, elle se globulise. » (*Bull. Un. Sc. nat.* Nov. 1829. p. 276.).

(ff) Tale è pure il modo con che il Roeper considera la fibra vegetale (*Bull. Un. Sc. nat.* Nov. 1830. p. 223.).

(gg) Si sa in fatti che la fibrina è alterata dagli alcali, quantunque non si cangi in sapone (*Berz. Ann. of Phil.* n. 2. p. 20., *Id. Tr. de Chim.* t. 7. p. 42.).

(hh) Una qualche idea della generazione spontanea si ebbe pure dai sapienti delle età più lontane; lo che almeno traspare dalle poche cose che ci restano delle loro dottrine, sempre o per lo più nelle loro teogonie e cosmogonie espresse sotto mistiche forme. Non sarà quindi, io credo, al tutto superfluo l'accennare qui brevemente le principali cose che ci rimangono di una tale opinione, al solo oggetto però di servire alla storia di quest'opinione, e non perchè dalle cose immaginate da essi possa trarsi alcun argomento o prò di una tale sentenza. Al dire di Eusebio, avendo gli Egizj l'acqua del Nilo in conto del primo agente della generazione, supponevano tutto essere proveniente, non escluso l'uomo stesso, dal limo di questo fiume riscaldato dal sole (*Euseb. de evang. praep.* lib. 2. cap. 1.; lib. 3. cap. 2.). Jamblico similmente, favellando dell'opinione di questo popolo, dice che il limo tenevasi da esso come quello che rappresenta la materia, la potenza generativa, la causa originale di tutte le forze elementari, tutto ciò che può concepire la generazione (*De myster. Segm.* 7. cap. 2.). Intorno agli Egizj stessi Plutarco pure ci fa sapere come presso di essi fosse opinione che la luna versasse nell'aria i principj della fecondità; li quali essa tiene dal sole, e che così concorressero all'organizzazione degli esseri (*De Iside* p. 368.). Gli Etiopi, i quali estimavansi autoctoni, credevano convalidare questo loro titolo dicendo essere ovvio a credersi che il calore del sole, disseccando il limo ancor umido ed infondendo in essi i primi principj di vita, il luogo più vicino al sole sia stato quello che produsse i primi esseri animati (*Diod. Sic.* lib. 3. cap. 2.). Della quale opinione, tanto essa era comune presso l'antichità, non isdegnò fare menzione Pausania; dicendo egli che, se la terra, ancor umida e grave di umore, per essere riscaldata dal sole, diede in origine nascimento ai primi uomini; ciò avrebbe dovuto sopra tutto credersi dell'India, terra umidissima (*Paus.* lib. viii. *Arold.* cap. 29.). I due diversi sensi attribuiti al cielo ed alla terra, *Uranus* e *Ghe, Uies* e *Tokuie* (*Procl. in Tim.* lib. 4. p. 280.), al fuoco ed all'acqua (*Lact.* lib. 2. cap. 10.), possono parimente farci presumere che una tale credenza regnava in quell'età, in cui tutto vestivasi di forme mitologiche. Plinio pure vuole che la generazione si operi nella materia per l'azione che il Zodjaco, o gli astri o figure che in esso sono collocate, esercita sulla natura sub-lunare (*Lib.* 2. cap. 3. 4. 5.). L'opinione de' Fenici di poco allontanavasi da quella degli Egizj, attribuendo egliino la generazione primitiva degli animali, non che quella dell'uomo, al calore ed all'azione del sole, al limo o *Moth*, alla putredine di una

miscela acquaia, da cui hanno origine i semi di tutte le creature (Euseb. l. c. lib. 1. cap. 7.). Anassagora teneva che tutti gli esseri animati traessero l'origine loro dall'umore, dal calore e dalla terra (Diog. Laert. *Anaxagoras*). Leucippo ed Empedocle ascrivevano la formazione di tutti gli esseri alla fortuita riunione e separazione degli atomi (Diog. Laert.). Giuliano imperatore, nel suo inno al sole, dipinge la materia che si organizza sotto i possenti raggi di quest'astro, allorché, ravvicinandosi alle nostre regioni, esso rianima tutta la natura. (Jul. imp. *Orat.* 4. p. 257.). Diogene, per quanto ne riferisce Teofrasto (*De histor. plant.* lib. 3. cap. 2.), teneva le piante generarsi dalla mistione della terra e dell'acqua putrefatta; e lo stesso Teofrasto non dubita di asserire che alcune piante non che taluni animali produconsi spontaneamente (*De caus. plant.* lib. 1. cap. 5. *de generat. erbar. spontanea*). Del pari Ovidio, pel quale ci furono trasmesse diverse dottrine degli antichi filosofi, ci rappresenta la terra, già fatta deserta pel diluvio di Deucalione, di per sé ripopolarsi di esseri viventi:

« Coetera diversis tellus animalia formis
 « Sponte sua peperit, postquam vetus humor ab igne
 « Percaluit solis. (Metam. lib. 1. v. 416-18.)

Dirò anzi che quanto egli narra precedentemente della riproduzione degli uomini per le pietre che Deucalione gittata a tergo, si ha ad intendere nel senso medesimo, tosto che si avverta all'essere nelle antiche teogonie gli effetti naturali vestiti d'immagini poetiche. Dicasi pure che tale esandio fu la sentenza di Aristotile; da cui tenevasi generarsi spontaneamente i vermi e gl'insetti sulle carni imputridite. Ed egli è veramente inaraviglioso a dirsi che, secondo la relazione del Pigafetta, i popoli abitatori dell'Oceano meridionale tenevasi generati dal sole e dalla luna uverno dal suolo. Si vuole inoltre ricordare come una tale opinione rivivesse col risorgere della sana filosofia, essendo che essa fu proclamata da Bacone da Verulamio in diversi luoghi della sua *Sylva sylvarum*; ove fra le altre cose si legge (f. 525.): « Magnam transmutationem unius in aliud « docent animata ex putrefactione genita; ut muscae ex convolutis etc. » E venendo in fine alle cose che appartengono all'età a noi più vicina, serviranno queste non pure alla storia, come anche a togliere che a quest'opinione si ponga incontro la sentenza di alcuni abilissimi osservatori. Dico dunque come, fattasi la scienza assai più severa, e più appagandosi di cose meno che evidenti, illustri fisici, il Bede, il Vallisnieri, lo Spallanzani, si levarono contro di questa opinione, in pochi e mal connessi fatti, in popolari credenze non trovando eglino bastevole fondamento in su di cui possa erigersi una dottrina qualunque. Le loro considerazioni però contro la generazione *ex putri* furono cagione che l'opinione stessa risorgesse sopra basi più solide. Perfezionato il modo d'osservare, e quindi resi i fatti d'assai più numerosi, e collegati insieme secondo quelle norme che la moderna filosofia impose a sé stessa e per cui tali a tanto onore, non più la produzione spontanea di nuovi esseri venne ascritta alla putrefazione, ma bensì a rimutamenti cagionati dalle forze che agiscono in tutta la natura: rimutamenti non già operati fortuitamente, siccome opinavano Leucippo ed Empedocle, ma regolati in vece e promossi da leggi necessarie e costanti; da quelle leggi che regolano tutti i fenomeni naturali.

Questa è la dottrina che io presi a sostenere; nè perciò, come si vede, stanno contro di me le asserzioni e le investigazioni de' fisici prementovati; le quali riguardano soltanto la generazione che un tempo ascrivevasi alla putrefazione.

(ii) Varia veramente alquanto un tal computo secondo le recenti considerazioni del signor Alf. De Candolle; ma ciò non toglie quanto alle conseguenze che possono desumersi; siccome egli stesso ne fa avvertire (Ved. *Edinb. new Phil. Jour.* n. 35. p. 97.)

(kk) Non intendasi voler io per questo; in opposizione alla Genesi, ammettere che l'uomo siasi prodotto spontaneamente. Se i suoi resti non si trovano fossili, ciò è appunto conforme alla Scrittura; in cui si dice ch'esso fu creato dopo tutti gli altri animali; siccome hanno fatto chiaro que' geologi che diedero opera a conciliare l'osservazione co' dettati della Bibbia. Forse la generazione spontanea si limita ai soli vegetali ed agli animali delle classi inferiori; per il che quanto qui si dice di quelli delle classi più elevate può, come in quanto all'uomo, conciliarsi colla Genesi mosaica; nella quale si pone la creazione di questi immediatamente innanzi a quella dell'uomo (Gen. I. v. 24. 25). Voglio in fine che tutto quanto da me si dice della generazione spontanea si riceva come una semplice ipotesi in quelle parti in che essa potesse trovarsi in opposizione co' libri mosaici; siccome in principio dichiarai intorno a tutto ciò che si dice in questo libro. Noterò bensì come nel rendersi conto dell'opera del Buckland (*La Geol. e la Miner. considerate nella loro relaz. colla Teol. natur.*, Ann. delle Sc. Rel. t. 7 n.º 20. p. 217.) il signor G. B. P. (forse il ch. prof. Pianciani) molto saggiamente ebbe a dire: « L'attitudine delle molecole elementari a formare i corpi degli « esseri organizzati e a servire a' loro usi, somministra una bella dimostrazione della Provvidenza; e se a tal uopo fosse necessaria qualche « escursione nella fisica e della chimica, potrà non averne « coscienza. »

(ll) Si vedrà facilmente che queste considerazioni valgono del pari contro tutto quanto si sostiene dall'Ehrenberg; il quale avendo fatto conoscere quanto prodigiosa sia la moltiplicazione di alcuni infusorii per la generazione univoca, crede superfluo l'ammettere rispetto a questi esseri la generazione spontanea, ch'egli dice non fondarsi sopra osservazioni rigorose. (Ann. Sc. nat. 2. ser. Zool. t. 1. p. 207.)

(mm) Parrà forse a taluno che io avessi qui dovuto far parola dei vermi intestinali e di tanti altri esseri viventi che hanno sede nel corpo dell'uomo e di altri animali, e che sono propri ora di questo ora di quel viscere. Ma in vero, che avrei io potuto dire che non fosse già noto? che aggiungere intorno ad un argomento con tanta sapienza trattato da osservatori diligentissimi siccome sono quelli di sopra ricordati? in fine quali ragioni aggiungere a quelle usate da essi onde escludere le contrarie obiezioni? Basti dunque l'aver fatto di ciò menzione.

(nn) Intorno all'influenza delle abitudini merita che si vedano le seguenti opere: Lamarck *Recherches sur l'organisation des corps vivants*,

Paris 1802; lo stesso, *Philosoph. Zoologique* Paris 1809; Gautieri, *Slancio alla Genealogia della Terra*, Jena 1805.

(oo) Sotto il nome di vitalità intendo io in questo luogo della condizione dell' animale vivente. Senza una tale dichiarazione mi si sarebbe potuto opporre essere io forse in contraddizione cogli stessi miei principj, e che la vitalità, secondo il comune anodo di esprimersi, sussiste per qualche tempo negli animali recentemente estinti, come pure nelle sostanze recentemente estratte dai corpi viventi. Ora egli è da avvertirsi che la vitalità presa in questo senso è stata appunto dai fisiologi immaginata vedendo ne' corpi e nelle sostanze animali sussistere per qualche tempo dopo la morte alcuni fenomeni analoghi a quelli dell' animale vivente. Quindi ove i fisiologi riguardino questi fenomeni che si osservano ne' corpi di fresco tolti alla vita, egualmente che quelli che accadono ne' corpi stessi mentre vivono, come effetti delle forze medesime, che secondo i miei principj si riducono alle forze ed alle leggi generali degli esseri naturali, la loro e la mia opinione non differiscono che nel modo di esprimersi. Se al contrario però essi volessero ascrivervi ad altra forza qualunque differente ed indipendente da queste leggi generali de' corpi, incomberà ad essi il far vedere come questa forza possa continuare ad agire fuori del corpo vivente. D'altronde egli è facile pe' miei principj a comprendersi come que' fenomeni, che sembrano collegati colla vita, continuino a manifestarsi ne' corpi di recente tolti alla sua influenza, e quindi cessino a poco a poco. Il tessuto de' corpi organici è sì delicato che, sciolto dalla morte quell' equilibrio di forze che costituisce e regola il loro organismo, non può a meno di tendere alla propria dissoluzione, alla quale s' incammina gradualmente; o in altri termini, cessando quelle azioni galvaniche che hanno luogo nel corpo vivente, segnatamente mercè del sistema nervoso, la macchina si dissolve, perchè si trova sottoposta ad azioni non più concordi fra loro e forse opposte, comechè della natura medesima; lo che però non si opera che a gradi. Egli è per questo che in un animale di recente morto od in una parte separata di fresco da un animale vivente, l'elettricità agendo sui suoi nervi determina la contrazione de' muscoli; e che alterandosi in breve il tessuto nervoso, questo si rende inetto ad attrarsi per le sue diramazioni, e quindi a determinare il raccorciamento delle fibre muscolari.

(pp) Vediamo in fatti che il sangue in sulle piaghe va da se stesso formando de' vasi; i quali lentamente perfezionandosi si rendono atti dapoi a servire ad una vera circolazione del sangue stesso (Hastings, Arch. gen. de med. janv. 1825.). Questo fenomeno importantissimo della fisica animale, strettamente legato da un lato colla formazione in generale de' vasi sanguiferi, mentre dall' altro manifesta una sensibile analogia coll' osservazione dell' Home, serve perciò di anello pel quale si legano questi due fatti; e quindi vale a un tempo a far conoscere vieppiù meglio la relazione di questi fatti medesimi e la giustezza del mio raziocinio in mostrare una tale relazione. Sulla vitalità del sangue, Ved. Spurgin, Phil. Mag. and Ann. of Phil. n. 9. p. 183.

(qq) Potrebbe forse pormisi incontro l' autorità del Basori (Annot. alla Zoonom. del Darwin, t. 1. p. 301.); da cui si dice che « il prin-

« cipio e le leggi dell' economia organica vogliono cercarsi nei fenomeni « della vita, e non in quelli di qualche resto di vita nelle parti separate « dell' animale già morto. » Avvertasi però che l' illustre medico italiano prende qui a dirigerci sul modo di ricerca intorno al vero principio fondamentale dell' economia organica. Io all' opposto intendo mostrare che anche negli animali tolti alla vita, o nelle loro parti, sussistono tuttavia quelle forze di che, secondo ogni altra dottrina, dovrebbero essere spoglie. Il nostro scopo essendo diverso, il suo precetto non istà dunque in modo alcuno contro di me, sebbene a primo aspetto, ove si guardi al senso letterale, possa esso estimarsi direttamente opposto.

(rr) Queste osservazioni, annunziate alcuni anni sono, non riuscirono in principio, siccome è noto, in Francia, e furono quindi poste in dubbio dal Magendie. Avendo perciò voluto l' autore ripeterle insieme col Brodie, uno di que' fisiologi che dubitavano della realtà delle medesime, questi dovette convincersi dell' esattezza de' risultati; come si vede nello scritto qui citato. Ora poi si ha piena ragione di essere convinti della influenza dell' elettricità in supplire all' azione de' nervi sui fenomeni della digestione dopo gli esperimenti del Breschet e di M. Edwards (*Ann. Sc. nat.* t. 4. p. 257.); qualunque sia il modo pel quale, al creder loro, l' elettricità agisca su di questa funzione. E se le osservazioni predette chiariscono che l' encefalo promuove la digestione mercè d' una azione puramente elettrica; intorno a questa funzione medesima si hanno ora a ricordare quelle ricerche delli Prevost e Le Royer (*Ann. Sc. nat.* t. 4. p. 481); per le quali credono eglino doversi tenere « che gli atti della « digestione sieno alterazioni puramente chimiche, cui non ha parte veruna la vitalità degli organi in cui essi si compiono; e potersi essi « tutti, tranne l' influenza de' vasi assorbenti, imitare artificialmente colla « soda e coll' acido (idrocilorico), che sono i fluidi somministrati dagli « escretori. » Appresso a che possono ricordarsi quelle più recenti osservazioni delli signori Purkinje e Pappenheim; i quali hanno veduto come per l' influenza del polo positivo della pila si svolga l' acido idrocilorico dalla saliva, dall' albumina e dal muco, e che ciò, ajutando l' effetto pel calore, dà cagione a fenomeni analoghi a quelli della digestione (*Ann. Sc. nat.* 2.^a ser. Zool. t. 9. p. 352.). Per la qual cosa se li predetti Breschet ed Edwards vogliono che l' azione nervosa si restringa « a « determinare i movimenti necessari per rinnovare la superficie del bolo alimentare, venendo così tutte le sue parti, l' una dopo l' altra, in contatto colle pareti dello stomaco » (*L. c.* p. 271); l' intero processo della digestione perciò solo si ridurrebbe al risultamento di due forze universali: l' elettricità che agisce quasi dicasi meccanicamente, e l' affinità che determina le ordinarie combinazioni e decomposizioni. Ora però, mercè delle osservazioni del Matteucci, collegando esse fra loro i risultamenti ottenuti dai fisici predetti, può rendersi pienamente ragione dei fenomeni della digestione. Conciossiachè, se, come si è detto, si può imitare questa funzione sottoponendo alcuni corpi all' azione chimica delle sostanze che trovansi nello stomaco e che sono le operatrici della funzione medesima; eglì valse poi, ciò che sparse molta luce su questo fenomeno organico, ad imitare per la elettricità la produzione di cotale sostanza. Al quale risultamento egli pervenne portando l' azione della pila sulla carne già cotta e triturata, unita ad un poco di sal marino e di

carbonato di soda, racchiuso entro di una vescica. Pel quale spediente egli si rese ragione della secrezione acida che ha luogo segnatamente nella regione media dello stomaco, e quindi della condizione acida del chimo e degli umori che operano la chimificazione. Li quali perciò si ha a credere che sieno il risultamento della condizione elettro-positiva dello stomaco; condizione determinata dall'influenza dell'encefalo per mezzo de' nervi dell'ottavo paio (Ann. delle Scienze 1833, t. 3. p. 220). Don- d'egli conseguita che tutto intero il processo della digestione si debbe a una tale influenza; la quale è cagione, e che le sostanze contenute nello stomaco si rimestino e vengano a contatto delle sue pareti, e che si svolgano que' principii, che poi agiscono chimicamente.

(11) *Jour. de Phys.* juin 1823. p. 330. e s. Tengono altri, e ciò sull'appoggio delle osservazioni del Wutser, che ne' ganglii del simpatico la sostanza analoga alla cellulare, la quale si trova non meno ne' ganglii in generale, leggh nell'interno loro strettamente i filetti uervei; oltracciò che i filetti stessi; anzi che procedere regolarmente da una estremità all'altra di ciachedun ganglio, tengono nella loro uscita e nel loro ingresso variatissime direzioni; ciò che si suppone del pari valevole ad interrompere l'azione nervosa. L'interposizione però di una sostanza non conduttrice ne' ganglii, secondo l'opinione del Rolando, sembra a me venire convalidata dall'osservarsi che le commoioni elettriche negli animali, che si trovano nel circolo galvanico, non si estendono ai visceri. Chè anzi dirò sembrare a me che questo fatto venga in appoggio delle cose che qui si vogliono dimostrare: cioè che l'azione elettrica sia quella che costituisce l'azione nervosa, imperocchè si vede che i ganglii si oppongono del pari e all'influenza uervosa ed alla corrente elettrica.

(12) Come un fatto meglio di ogni altro valevole a confermare che gli ordini della volontà e le sensazioni sieno trasmesse mediante commoioni elettriche, e che l'encefalo agisca come un elettromotore, sarebbe qui luogo di riferire quelle sperienze del Weinhold; da cui si asserisce che, sostituita alla sostanza del cervello e della midolla spinale un'amalgama di zinco, questo bastò perchè in alcuni animali si restituisse il calore, la respirazione, le sensazioni ed i moti volontari. Al contrario io prenderò da ciò occasione, valendomi del permesso che mi concedettero due rispettabili amici miei, abilissimi osservatori, li signori cav. Meli e C. Matteucci, per contradire tali osservazioni. Ripetuto da essi cotale esperimento sui cani e sui gatti, nulla degli effetti predetti si offerse a loro, tranne alcuni di que' moti di contrazione o convulsioni ordinarie ne' spereamenti galvanici.

Può trovarsi forse una nuova ragione per ammettere l'identità dell'azione galvanica e quella perchè sono portate le sensazioni e gli ordini della volontà, nella velocità della prima; la quale misurata dal Wheatstone, ascende a 60 miglia Italiane, e forse molto più, per secondo di tempo (Eco du monde sav. 1838. n. 322.).

(13) Credono essi inoltre che la chimica giungerà a formare il sangue quasi di pianta operando sul giallo dell'uovo. Io porto opinione che, ove si pervenga a tanto, questo si otterrà, più che per altro mezzo, coll'intervento dell'elettricità.

(vv) Veggansi le sue belle osservazioni che trovansi nella *Bibliothèque Britannique* (S. et A. t. 43. p. 347.) e negli *Annales de Chimie* (t. 74. p. 298.) confermate da G. Morveau; per le quali, impiegando l'azione della pila, egli è giunto a rappresentare in certa guisa il processo da cui dipendono le secrezioni animali.

(xx) Il Matteucci ha osservato che le sostanze animali resistono più lungamente alla putrefazione se sieno poste a contatto de' metalli; per il che esse si trovano elettrizzate negativamente (*Ann. ch. et Phys.* t. 42. p. 310.). Credevasi dagli antichi che un chiodo infisso nelle carni di un animale morto ne impedisse la putrefazione (*Plat. op.* t. 2. p. 659. *Francof.* 1602; *Jour. des Sav.* juil. 1678. p. 159.).

(yy) Il cadavere di Federico II. Imp. fu rinvenuto nel 1784, cioè dopo 534. anni senza alcun indizio di putrefazione. Lo stesso si osservò nel cadavere di papa Bonifazio VIII. nel 1605, cioè dopo 300. anni circa dalla sua morte, ed in quello di Gregorio VII, scopertosi a Salerno scorsi già 499. anni dal dì della morte sua.

(zz) Così la pensa il Tracy (*Ideol. Par.* t. vol. II. p. 7. tradus. ital.), dicendo che «tanto che sussiste la forza vitale noi viviamo, vale a dire noi ci moviamo e sentiamo».

Merita di essere osservato questo luogo, ove si dice che la forza vitale consiste nel risultato d'attrazioni e combinazioni chimiche; e merita pure di essere letta la nota del Compagnoni apposta a questo luogo.

(aaa) Merita di essere letta a tale proposito una Memoria sul *camhiu* e sue trasformazioni (*Eco du monde savant*, 1839. n. 434. p. 274.)



CONCHIUSIONE

Che la solidità non costituisca una condizione tale perchè il moto delle parti ne sia necessariamente impedito; chè anzi ne' solidi abbia luogo un reale movimento molecolare, egli si fa il principale assunto che io mi proposi in questo libro e ne' precedenti miei opuscoli. E questo è ciò che, per quanto a me sembra, al contrario di ciò che fin qui si è creduto dai fisici e che costituiva uno de' canoni della scienza, si ha veramente a concludere dalle cose fin qui considerate, cioè: che quella condizione de' corpi, cui si dà il nome di solidità, non vale in verun modo ad inceppare, per dir così, le parti dei corpi stessi ed a fare ch'esse rimangano in uno stato di quiescenza e d'inerzia finchè alcuna circostanza non intervenga, valevole a un tempo a rallentare la loro unione, o per la fusione o per la soluzione o per qualunque altro siasi modo, ed a comunicare ad esso un qualche movimento. Lo che, se l'amore delle proprie cose non m'illude, sembra essere in vero chiaramente dimostrato sopra tutto dal considerare come le parti de' corpi anche i più compatti e coerenti sieno a notevole distanza fra loro anzi che a perfetto contatto, e dall'essere esse tenute a questa distanza da forze che si equilibrano fra loro, delle quali le une, se non tutte, soggiacciono a continue ed incessanti variazioni; il perchè, un tale equilibrio alterandosi ad ogni istante, il moto delle parti conviene che necessariamente ne segua. E questo è ciò che in vero l'osservazione conferma pienamente, sia che si considerino i fatti di che ne soccorrono la fisica corpuscolare e la chimica, sia che s'innalzi il pensiero a' grandi fenomeni naturali; ed egli è questo pur anche ciò che interamente concorda con qualunque delle teorie le meglio considerate intorno agl'imponderabili. Quanto a queste egli anzi può dirsi che se verrà tempo, il che forse non è lungi da noi, in che si riconosca non essere gl'imponderabili che semplici modalità, e quindi i loro effetti e la loro azione consistere soltanto in una semplice oscillazione di parti, per la qual cosa questa loro azione ridurrebbesi a null'altro che ad una comunicazione di moto; tutto quanto da me si è detto

seguendo l' antica teoria; quantunque per altra via, verrà ad essere fors' anche più conchiudentemente dimostrato. Conciossiachè non essendovi corpo in su di cui per un solo istante cessi l' elettricità d' esercitare la sua influenza, ed essendo lo zero assoluto di temperatura tal cosa che forse può immaginarsi, ma rinvenirsi non mai in natura, la perfetta quiescenza di parti sarà del pari impossibile a suporsi che a verificarsi. E se io dissi essere ciò conforme all' osservazione intorno agl' imponderabili non meno che alle teorie immaginate intorno ad essi; le quali pur potrebbero trovarsi ingannevoli, ciò si disse a buon dritto; perocchè essi si vedono, ed in particolare il calore è l' elettricità, essere cagione di rimutamenti molecolari, che non sono gli effetti necessari; nè avvi alterazione alcuna da essi promossa ne' corpi, anzi non avvi fenomeno alcuno in natura, che non riducasi al moto.

E mentre il moto, almeno il moto spontaneo, si volle segnatamente in alcune scuole limitare a' soli corpi organizzati e viventi; per le cose premesse si dovrà, io credo, con più verità stabilire che al moto veramente riducesi, come ogni altro fenomeno naturale, la vita degli animali e delle piante, e che il moto in essi più che in tutt' altro si fa manifesto per la loro circolazione e pe' tanti rimutamenti che in essi accadono; ma non per questo aversi a tenere i corpi del regno inorganico in conto di spogli di ogni sorta di movimento. Chè di più, vedendosi gli uni e gli altri andar soggetti alle azioni ed alle leggi medesime, egli è forza che in questi ed in quelli cotale forze riescano all' effetto istesso: cioè al movimento di parti; senza di che converrebbe immaginare ne' corpi rudi l' esistenza di una nuova forza valevole ad opporsi alle azioni universali predette; lo chè non è a credersi. Le quali conclusioni mie si rendono anche meglio convincenti ponendo mente a ciò, che nel punto stesso della morte degli animali e delle piante, in cui, secondo la contraria opinione, dovrebbe ammettersi una totale cessazione di moto, ciò non accade altrimenti, ma bensì hanno origine movimenti di altra specie, però del pari spontanei, ed in modo che talvolta gli uni hanno incominciamento mentre gli altri, quelli che si considerano propri della vita, durano ancora. Per la qual cosa deducesi come necessaria conseguenza, che quelle forze che regolano i

fenomeni naturali tutti non potrebbero restare un solo istante dal dar cagione ad un reale movimento di parti; talchè forse sarebbe inesatto il dire che, cessato appena quello che si conviene alle leggi dell'organismo, altro ne sopravvenga addatto ai fenomeni della materia che rientra nel dominio del regno minerale; un tale fenomeno volendosi in vece più conformemente al vero enunciare dicendo, che ciò accade senza interruzione veruna, gli uni di tali movimenti cangiandosi gradatamente negli altri. Ed egli è perciò che ora si veggono ne'corpi tolti alla vita persistere per alcun tratto di tempo non breve i fenomeni che alla vita stessa convengono; ed ora ne'corpi tuttora viventi si operano alcuni di quegli effetti che spettano alla materia che dicesi morta. E ciò basterà a fare viemmeglio comprendere come in alcune circostanze possano formarsi spontaneamente de'corpi viventi.

Quantunque queste mie considerazioni abbiano a riguardarsi affatto estranee alla geologia; ciò non pertanto attestando esse l'esistenza in tutti i corpi della natura di quelle forze che conducono al moto, e che queste hanno luogo del pari nella massa consolidata della terra che noi abitiamo; esse presteranno non meno il modo di rendere ragione di alcuni di que' fatti geologici, pe' quali si ebbe ricorso ora all'azione solvente dell'acqua ed alla sua infiltrazione, ora a' cataclismi e ad altre supposizioni spesso poco conformi all'ordinario andamento de' fenomeni naturali. Per tali principii, io dico, si rende manifesta la causa di que' mutamenti che si veggono essere avvenuti nelle masse minerali, ora per alterazioni nella forma, ora per disgregamento di parti, ora avendo perciò origine nuove produzioni. Tutte le quali cose, a mio credere, si operano lentamente mercè di quelle forze che perpetuamente hanno effetto nel seno della terra: le correnti elettriche, le variazioni di temperatura ec., d'onde quella circolazione che in essa non resta giammai. Intorno a che darò compimento a questo mio scritto colle parole di quel sommo fra' chimici, che or sono pochi anni nel fiore dell'età lasciava di sè immenso desiderio. Facendo egli dapprima vedere essere legge generale che tutti i corpi debbono andar soggetti a decomposizioni, senza di che non potrebbe esservi riproduzione; e che questa legge è così costante ed universale come quella che dà cagione ai

movimenti planetari; dice poi: « che la gravitazione è la causa
« primaria e la più generale de' cambiamenti che avvengono
« nel sistema terrestre; e che mentre perciò si serba uno stato
« uniforme nella gran massa del nostro pianeta, la influenza
« di questa forza è ciò che produce continue alterazioni alla
« sua superficie: (1) ».

E volendo queste mie conchiusioni restringere in più brevi parole, dirò:

1.° La condizione de' corpi solidi non essere tale, nè per la ristrettezza della loro compage, nè per l'equilibrio delle forze che in essi risiedono, da impedire la mobilità delle loro parti; e perciò il moto molecolare non essere incompatibile colla loro costituzione.

2.° Le forze medesime imprimere nelle loro parti una reale tendenza al moto, che necessariamente ne conseguita, anzi che si abbia a credere che la supposta inerzia o indifferenza della materia si opponga a ciò; il qual movimento però si trova ristretto in certi limiti, che sono determinati dalle forze stesse.

3.° L'osservazione confermare ciò che la teoria predice, scorgendosi continue alterazioni o nella forma o nel volume o, ciò che più importa, nella natura de' corpi solidi; sia eh' essi rimangano in seno della terra, ovvero ne sieno fuori; li quali effetti però sono assai più evidenti ne' primi, perciocchè essi soggiacciono all'azione delle correnti elettriche che continuamente hanno luogo nella massa terrestre, e quindi alla circolazione.

4.° Queste forze stesse manifestarsi, quantunque sotto aspetti diversi, sì ne' corpi organici che negl'inorganici; in questi ed in quelli essendo sempre identiche fra loro, sempre regolate dalle leggi medesime; e senza che occorra far ricorso ad influenze estranee, essere sempre causa di moto.

5.° Al postutto doversi l'inerzia o indifferenza della materia escludere dai canoni della scienza; e quindi non esservi corpo in natura in cui sia dato riconoscere un perfetto riposo.

Se queste mie conchiusioni, se tutto quanto da me si è detto nel corso di quest'opera otterrà il voto de' sapienti e

(1) The last days of a Phil. p. 259.

sarà viemmeglio dall'osservazione confermato, ascriverò sopra tutto a mia gloria l'essere pervenuto, quantunque per altra via, a quella verità istessa cui giunsero sommi sapienti, che presenti già Bacone e fors' anche il Newton pel suo principio d'instabilità universale; senza che perciò inorgoglicassi io in pensando che per le cose da me discorse vengano i dettati loro meglio convalidati. E se pur fuvi taluno tra' moderni metafisici il quale si diede a credere la mobilità de' corpi essere un prodotto di troppo fervida immaginazione (1), niami permesso il dire ch'egli meritava che ciò fosse da lui avvalorato co' fatti e con sodi argomenti, non più appagandosi la scienza di nude asserzioni.

Era presso al termine la stampa di questo libro allorchè l'egregio Signor Dottore Venturucci, che in segno della sua amicizia verso di me si offerì gentilmente di farsene l'editore, volle accennarmi due fatti che da lui a ragione avvisavansi concordevoli co' miei principii. L'uno di questi si osserva in un saggio di solfuro di calcio, che da tre anni continua a dar fuori piccole gocce, le quali a contatto coll'aria si solidificano, formando tanti piccioli bernoccoli del colore dello zolfo, e che hanno tutta l'apparenza dello zolfo puro. Dice egli essersi presentato l'altro in un pezzo di marmo che, tenuto per forse trent'anni su di un camminetto, aveva sempre conservato il suo colore naturale, quandochè improvvisamente si videro comparire alla sua superficie moltissime strie di colore rosso. Comechè non mi sia riuscito osservare tali oggetti, e quindi chiarire a quale specie di solfuro debba riferirsi il primo; se le strie comparse sul secondo possano ascriversi a qualche accidente; per esempio, a qualche sostanza caduta forse inavvertentemente in su di esso; mi è sembrato convenevole il riferire questi due fatti; de' quali sono tenuto alla cortesia del lodato Sig. Dott. Venturucci.

E tanto più mi piacque il farlo, poichè ciò mi presta l'occasione di ricordarne altri e relevantissimi, non so come da me dimenticati, quantunque io non mancassi d'avvertirne

(1) Atti dell'Ist. Ital. Cl. Morale, T. 1. P. 1. p. 147.

tutta l'importanza; e di tanto maggiore momento rispetto a me, siccome quelli che io con molto mio compiacimento udiva venire addotti da sapienti di sommo valore in appoggio de' principii da me annunziati ne' miei precedenti scritti sul moto intestino de' solidi, che il Configliachi si degnava richiamare alla memoria; il perchè voglio che essi tutti trovino qui una pubblica testimonianza della mia viva riconoscenza verso di essi. Io vo' dire di ciò che il ch. Amici esponeva alla Sezione di fisica, chimica ec. della 1.^a Riunione Ital. intorno « all' essergli spesso avvenuto che volendo nei vetri « lavorare due facce parallele, nel fare la seconda ha trovato « guastato il piano della prima; » il che da lui asserivasi a proposito e di quanto accennava il Carlini delle mutazioni che accadono nel vetro ed in particolare ne' livelli a bolla di aria e negli obiettivi degli strumenti astronomici; e di analoghe alterazioni in questi ultimi osservati già dal Burattini ricordate dall' Orioli. (Atti della 1.^a Riunione degli Scienz. Ital. p. 7.)



PAGINA	LINEA	ERRORI	CORREZIONI
18	5	egli	eghino
«	36	4. 11.	n.º 11.
19	1	e ciò	è ciò
19	4	distinzione	distruzione
20	3	trovasi	trovisi
«	24	Gasseudo	Gassendo
21	16	F. 2, lib. 3. Asserisce .	T. 2, lib. 3. asserisce
«	30	Temistro	Temistio
«	37	mat	mot
«	38	effluviol	effluviur.
22	32	molti	molli
«	36	quale;	quale
23	1-2	Cretico;	Cretico
«	5	anche nella	nella
«	15	Vapore tenuis.	Vaporetenuis
«	ult.	per egli	pur egli
24	5-6	Letimann	Lehmann
«	23	Mofeld	Mofete
25	2	Roland	Toland
«	16	tutti.	tutto
26	5	acriformi	aeriformi
29	11	fanerobiotici	fanerobiotici
«	25	Ranscher	Taucher
«	29	secondo.	secondo ,
«	34	Hemantia	Hemantia
«	«	Nacodium	Racodium
30	40	Lib. I.	Lib. V.
31	7	Hic	Nec
«	14	perculsa	percussa
«	27	augatur	augetur
«	29	forcarum	fovearum
«	31	melio.	Melio
32	5	Rhodias	Rhodos
«	9	que	quae
«	10	ut nostris	ut in nostris
«	13	aerem.	aerem

PAGINA	LINEA	ERRORI	CORREZIONI
37	20	combinate.	combinata
38	16	stesso, La Place. . . .	stesso Laplace
51	15	annali	Annali
52	3	e quello	è quello
54	27	condizione necessaria .	condizioni necessarie
58	22	possono.	possano
59	31	possono.	possano
63	1	porterà.	portarci
82	28	sulle.	nelle
89	30	a.	al
90	22	È certo	E certo
95	2	delle	dalle
100	11	l'imbevono.	s' imbevono
102	3	affinità	elettricità
110	2	Gaus	Gauss
"	19	sul	pel
"	20	acciajo, ...	acciajo;
115	7	esse.	essa
119	6	medesimo.	medesimo,
133	5	che ne	ce ne
139	23	(§ 66)	(§ 66),
140	27	veruna.	veruna per isolamento di principii
147	6	carbonato.	carbonato perlato
150	27	26,8.	26,5.
"	29	423.	433.
154	24	possino.	possano
169	23-4	costituito	costituito
172	34	lamellare	lamellare,
"	"	predetta.	predetta
175	20	egli, ...	egli
186	ult.	saprebbe	si saprebbe
189	18	essa.	esso
203	28-9	de' contorni abbondante nel terreno	abbondante nel terreno de' contorni i
206	29	(3)	(3).
208	ult.	dico.	dicco

PAGINA	LINEA	ERRORI	CORREZIONI
218	8	D.	D'
"	15	l' internano	s' internano
"	27-8	Homboldt. , ...	Humboldt
222	32	prende rennansi.	prendere innanzi
224	22	cresca	crescea
243	16	della quale	dalla quale
249	26	a modo	a nudo
276	22	debba	debbe
288	29	infusori	infusorii
296	22	Nicolson	Nicholson
304	penult.	(a)	(1)
"	ult.	(1)	(2)
307	23	(b)	(c)
313	30	fratture a.	fratture o
314	18	Meubnon.	Muthuon
316	25	(c)	(d)
"	28	presistenti.	preesistenti
317	24	(d)	(e)
321	22	allude, ...	allude;
324	34	ciproea.	cipraea
325	2	iponici.	ipponici
329	8	elettricità.	l' elettricità
"	25	(1);	(1)
331	38	concrenzionato	concrezionato
332	26	preso	presa
334	ult.	essi	esse
335	14	Stahal	Sthal
337	24	indigoticio.	indigotico
345	26	<i>Theligonium</i>	<i>Theligionum</i>
347	5	minerali	minerale
352	17	è certo.	e certo
360	8	(2), ...	(2);
360	18	polipaj.	polipai
"	27	polipajo	polipaio
"	31	polipajo	polipaio
374	35	li.	le

PAGINA	LINEA	ERRORI	CORREZIONI
375	20	polipaj	polipai
377	13	viventi	viventi,
"	16	infusori.	infusorii
"	34	infusori.	infusorii
381	19	infusori.	infusorii
384	32	valevoli a mio credere, e	valevoli, a mio credere, a
386	25	ripetesi.	ripetasi
"	penul.	fistolog.	fisiolog.
387	23	tutti.	tutto
393	1	si ha dire.	si ha a dire
398	8	nell'	nel
417	31	decomponogno	decompongono
418	30	O	Oh!
420	19	miletico	melitico
"	24	a Aq.	4 Aq.
422	5	sotto-solfato	sotto-fosfato
423	26	I. noli.	I. noli
424	4	calce;	calce,
425	33	Cristallisation	Cristallisation)
426	13	viepiù	vie più
429	31	che il calore del sole, .	che, il calore del sole
"	32	essi	esso

INDICE

DELLE MATERIE

Prefazione	Pag. 5.
-------------------------	---------

CAPITOLO I. Proemio Storico.	17
---	----

Opinione degli antichi anteriori al risorgimento della filosofia § 1-3. Osservazione de' fisici dopo il risorgimento della filosofia 4-18. Ipotesi ed opinioni di alcuni fisici 19-23.

CAPITOLO II. Della solidità	33
--	----

Solidi non distinguonsi dagli altri corpi 24-26. Definizioni de' fisici 27-28. Solidi tendono al livello 29. Coesione de' corpi rari 30. Distinzione tra i solidi ed i fluidi indicata dal Poisson 31. Esame di alcuni casi particolari 32.

CAPITOLO III. Della porosità de' solidi.	48
---	----

Distanza delle loro molecole 33-34. Contatto delle medesime escluso 35. Opinione del prof. Belli 36. Argomento desunto dall'attrazione delle masse 37. Id. dalle decomposizioni chimiche 38. Solidi permeabili ai liquidi 39. Id. al calore ed alla luce secondo la teoria dell'emissione 40. Prove desunte dalla teoria delle oscillazioni 41-43.

CAPITOLO IV. Lo stato solido non è incompatibile col moto molecolare.	58
--	----

Molecole de' corpi non contenute da invariabile equilibrio 44-46. Questo si deduce dai corpi elastici, duttili ec.

47. *Parti de' corpi tendono al moto per forze proprie*
 48. *Sentenza de' fisico-matematici* 49. *Inerzia della materia esclusa* 50-52. *Moto necessario per le forze che si esercitano ne' corpi* 53. *Convengono in ciò le teorie de' fisico-matematici* 54-57. *Prove del moto desunte dalle teorie del calore e della luce* 58. *Teoria dell' Ampère* 59.

CAPITOLO V. *Moti oscillatorii prodotti dal suono e dalla luce* Pag. 78

Curve pulviscere e propagazione del suono ne' solidi 60. *Facoltà polarizzante del vetro alterata dalle oscillazioni sonore* 61. *Esperimenti del Savart* 61-63. *Esperimenti del Faraday* 64. *Polarizzazione del suono* 65. *Moti molecolari cagionati dalle ondulazioni dell' etere e dalla luce* 66-67.

CAPITOLO VI. *Moto molecolare considerato quale effetto necessario delle variazioni di temperatura* 88

Oscillazioni incessanti prodotte dal variare di temperatura favoriscono il moto molecolare 68. *Queste oscillazioni favoriscono le altre cause di moto* 69. *Direttamente cagionano il moto molecolare* 70. *Considerazioni analitiche del Duhamel* 71. *Teoria dell' Ampère* 72. *Fenomeni termo-elettrici* 73. *Parti de' solidi mobili ad ogni temperatura* 74-81. *Moto molecolare prodotto dal raffreddamento della terra* 82-83. *Sorgenti del calore* 84. *Modi pel quale il calore si fa cagione del moto molecolare* 85.

CAPITOLO VII. *Moto molecolare considerato quale effetto necessario dell' elettricità* 102

Variazioni di temperatura nella massa terrestre danno cagione ad azioni elettriche nella massa medesima 86. *Fenomeni termo-elettrici* 87-88. *Corpi piro-elettrici* 89. *Altre cause di sbilanci elettrici: evaporazione, liquefazione e solidificazione, compressione, azione capillare, azione dell' acqua sui metalli, contatto dei metalli colla fiamma e co' corpi gasosi, azione chimica* 90-91. *Fenomeni dell' ago magnetico* 92. *Fenomeni meteorologici* 93. *Elettricità naturale poderosissima ne' suoi effetti* 94. *Le azioni elettriche producono elevazione di temperatura* 95. *Azione dinamica dell' elet-*

tricità 96. Trasporti operati dalle azioni chimiche 97. Azioni chimiche prodotte dall'elettricità; esse si rendono atte alla propria riproduzione 98. Tutto ciò si opera maggiormente in seno della terra 99. Relazione tra l'elettricità e l'affinità 100-101. Effetti delle correnti elettriche nelle masse minerali 102. Elettricità presiede alla figura de' minerali 103. Effetti delle minime azioni elettriche 104. Effetti dell'elettricità sulle acque minerali 105. Alterazioni avvenute in vari corpi per azioni galvaniche 106.

CAPITOLO VIII. Moto molecolare considerato come effetto necessario dell'affinità . . . Pag. 130

Principii neutralizzati non soddisfatti nelle loro tendenze 107-108. Ciò si desume anche dalla teoria atomistica 109-110. Lenta propagazione dell'azione chimica 111. Sostanze estranee ne' corpi cristallizzati 112. Parti essenziali e parti estranee 113.

CAPITOLO IX. Limite del moto molecolare de' solidi. 137

Moti lenti per la tenuità della causa 114. Forza ritardatrice 115. Luce e suono non producono direttamente che moti oscillatorii 116. Effetti del calore 117-118. Effetti delle azioni elettro-chimiche 119-120. Effetti ne' corpi che manifestano mutamenti notevoli 121. Azioni de' principii accidentali 122-123. Azioni delle parti sopraprese in proporzioni non convenevoli 124.

CAPITOLO X. Il moto molecolare si manifesta in alcuni solidi pe' mutamenti che in essi appaiono 156

Moto molecolare nelle molle 125-126. Effetti della pressione 127. Id. dello stiramento ed oscillazione 128. Moto molecolare ne' corpi dopo il loro raffreddamento 129. Pietre induriscono col tempo 130. Cementi 131-132. Oscillazione degli edifici 133. Vetro 134-135. Zucchero fuso 136. Cristalli 137-139. Cambiamento della calcaria in dolomia 140. Allume artificiale 141. Intromissione ed eliminazione di principii ne' solidi per azione elettro-chimica 142-144. Acque filtranti 145. Doppia decomposizione fra corpi solidi 146. Osservazioni del Muthuon 147.

CAPITOLO XI. *Esame dell'azione dell'acqua e dell'atmosfera.* Pag. 183

Pietre silicee e gemme 148. *Azione dell'acqua sulle masse minerali* 149-150. *Considerazione del Breislak sull'infiltrazione* 151. *Acque filtranti; loro azione* 152. *Carbonato calcario* 153. *Petrefatti e cristalli pseudomorfi ed epigenii* 154. *Osservazioni del Becquerel considerate* 155. *Acido silicico* 156-157. *Acqua in seno della terra* 158. *Principii precedenti si applicano ad altri minerali* 159. *Cristalli di quarzo, agate, geodi* 160. *Altre considerazioni sull'azione dell'acqua, e particolarmente sulla silice* 161. *Cristalli di quarzo molli* 162. *Stalattiti* 163-165. *Mutamenti ne' minerali per sottrazione di principii* 166. *Sorgenti* 167. *Evaporazione* 168. *Mollezza de' minerali* 169. *Azione dell'atmosfera* 170-171.

CAPITOLO XII. *Stato originario ed attuale della terra.* » 215

Raffreddamento e consolidamento della terra 172. *Osservazioni del Laplace* 173. *Temperatura delle miniere* 174-177. *Resti fossili* 178. *Obbiezioni del Parrot e del Cuvier* 179-182. *Obbiezioni dell'Herschel* 183. *Altre obbiezioni* 184. *Teoria del Poisson* 185. *Calor centrale* 186. *Curvatura de' meridiani* 187. *Cambiamento del livello de' mari* 188-191. *Fenomeni magnetici* 192. *Analogia desunta dagli altri corpi siderei* 193.

CAPITOLO XIII. *Della circolazione e de' suoi effetti.* » 246

Sostanze gaseose circolano in seno della terra 194-195. *Altri corpi circolano similmente* 196. *Azione chimica delle sostanze predette sulle masse minerali* 197. *Si caricano di altri principii* 198. *Volatilità di alcuni corpi* 199. *Minerali molli allorchè si traggono dalla terra* 200. *Sostanze fluide nell'interno de' minerali* 201-202. *Riproduzione de' sali* 203. *Acque minerali* 204. *Sorgenti di petrolio* 205. *Ipotesi sull'origine dei vulcani* 206-215. *Essa dà la spiegazione de' loro fenomeni* 216-219.

**CAPITOLO XIV. Moto molecolare considerato
ne' suoi effetti nelle masse minerali.** . Pag. 278

Decomposizione e disfacimento di alcuni minerali 220-221.
Kaolino 222-223. Marmo statuario 224. Rimutamenti
nel granito, calcaria ec. 225. Ciottoli calcarei 226.
Ciottoli silicei 227-228. Selenite, piriti ec. 229. Sta-
lattiti 230. Obliterazione de' petrefatti 231-232. Ser-
pentino e diallagio 233. Glimmer-schiefer converso in
gneis 234. Alterazioni nelle rocce prodotte dal calore
235. Alterazione nelle rocce dà cagione a nuove pro-
duzioni 236. Ciò si osserva in varie sostanze 237. Mi-
niere di sale; Id. aurifere 238. Vene di quarzo 239.
Brecce con petrefatti 240. L' elettricità è cagione di
nuove formazioni 241. Filoni 242-255. Cristalli pseu-
domorfi 256. Cristalli epigenii 257. Petrefatti 258-262.
Acque petrificanti e forze plastiche 263. Conclusione
di questo capitolo 264.

**CAPITOLO XV. Analogie che presentano i corpi
minerali ed i corpi organici fra loro.** . 333

Corpi organici ed inorganici sottoposti alle forze medesime
universali 265. Generalità sulla vita 266. Prin-
cipii del Brown 267. Misto organico mobilissimo 268.
Principio del Brown contraddetto dalla teoria atomistica
269. Vita regolata dalle azioni e leggi univer-
sali 270. Opinione del Meyen 271. Necessità di consi-
derare i fenomeni particolarmente 272. Concrezioni
animali di natura minérale 273. Concrezioni vegetali
274. Concrezioni animali cristallizzate 275. Conseguenze
276. Prodotti normali degli animali e delle piante
analoghi ai minerali nella composizione e nella forma
277. Polline e cristalli nelle piante e negli animali
278. Fibra animale, sua genesi 279 281. Forme degli
animali 282. Intus-susceptio 283. Individualità degli
esseri organizzati 284. Accrescimento per sovrapposi-
zione di parti 285. Assimilazione 286. Conseguenze 287.
Agenti esterni: Aria 288. Luce 289. Calore 290. Elet-
tricità 291. Corpi simili agli organici ottenuti pe' mezzi
chimici 292. Osservazioni dell' Edwards sui globuli or-
ganici 293. Generazione spontanea 294. Resti organici
fossili 295-297. Obbiezioni del Keith 298. Obbiezioni
del Virey 299-301. Obbiezioni del Morren 302. Espe-
rimiento dello Schulze 303. Conclusioni sulla genera-

zione spontanea 304. Fenomeni vitali ne'corpi tolti alla vita 305. Fenomeni fisiologici determinati dalle leggi universali; assorbimento 306. Respirazione, digestione 307. Fenomeni della torpedine 308. Calore animale 309. Contrazione muscolare 310-311. Secrezioni negli animali 312-313. Id. nelle piante 314. Principii del Darwin 315. Stato di vita e di morte 316. Putrefazione ne'corpi tolti alla vita 317. Decomposizione negli esseri viventi 318-319. Azioni vitali ne'corpi estinti 320. Distinzioni indicate dal Lamarck 321. Id. dall'Adelon 322-328. Corpi organici e corpi rudi differiscono nella forma 329.

Conclusione 436



PUBBLICATO IL PRESENTE VOLUME LI 14. GENNAJO 1841.

5681023

KONSERVIERT DURCH
ÖSTERREICHISCHE FLORENZHLIFE
WIEN 1967

